This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Это цифровая коиия книги, хранящейся для иотомков на библиотечных иолках, ирежде чем ее отсканировали сотрудники комиании Google в рамках ироекта, цель которого - сделать книги со всего мира достуиными через Интернет.

Прошло достаточно много времени для того, чтобы срок действия авторских ирав на эту книгу истек, и она иерешла в свободный достуи. Книга иереходит в свободный достуи, если на нее не были иоданы авторские ирава или срок действия авторских ирав истек. Переход книги в свободный достуи в разных странах осуществляется ио-разному. Книги, иерешедшие в свободный достуи, это наш ключ к ирошлому, к богатствам истории и культуры, а также к знаниям, которые часто трудно найти.

В этом файле сохранятся все иометки, иримечания и другие заииси, существующие в оригинальном издании, как наиоминание о том долгом иути, который книга ирошла от издателя до библиотеки и в конечном итоге до Вас.

Правила использовапия

Комиания Google гордится тем, что сотрудничает с библиотеками, чтобы иеревести книги, иерешедшие в свободный достуи, в цифровой формат и сделать их широкодостуиными. Книги, иерешедшие в свободный достуи, иринадлежат обществу, а мы лишь хранители этого достояния. Тем не менее, эти книги достаточно дорого стоят, иоэтому, чтобы и в дальнейшем иредоставлять этот ресурс, мы иредириняли некоторые действия, иредотвращающие коммерческое исиользование книг, в том числе установив технические ограничения на автоматические заиросы.

Мы также иросим Вас о следующем.

- Не исиользуйте файлы в коммерческих целях.
  Мы разработали ирограмму Поиск книг Google для всех иользователей, иоэтому исиользуйте эти файлы только в личных, некоммерческих целях.

- Не отиравляйте автоматические заиросы.
  Не отиравляйте в систему Google автоматические заиросы любого вида. Если Вы занимаетесь изучением систем машинного иеревода, оитического расиознавания символов или других областей, где достуи к большому количеству текста может оказаться иолезным, свяжитесь с нами. Для этих целей мы рекомендуем исиользовать материалы, иерешедшие в свободный достуи.

- Не удаляйте атрибуты Google.
  В каждом файле есть "водяной знак" Google. Он иозволяет иользователям узнать об этом ироекте и иомогает им найти доиолнительные материалы ири иомощи ирограммы Поиск книг Google. Не удаляйте его.

- Делайте это законно.
  Независимо от того, что Вы исиользуйте, не забудьте ироверить законность своих действий, за которые Вы несете иолную ответственность. Не думайте, что если книга иерешла в свободный достуи в США, то ее на этом основании могут исиользовать читатели из других стран. Условия для иерехода книги в свободный достуи в разных странах различны, иоэтому нет единых иравил, иозволяющих оиределить, можно ли в оиределенном случае исиользовать оиределенную книгу. Не думайте, что если книга иоявилась в Поиске книг Google, то ее можно исиользовать как угодно и где угодно. Наказание за нарушение авторских ирав может быть очень серьезным.

О программе Поиск кпиг Google

Миссия Google состоит в том, чтобы организовать мировую информацию и сделать ее всесторонне достуиной и иолезной. Программа Поиск книг Google иомогает иользователям найти книги со всего мира, а авторам и издателям - новых читателей. Полнотекстовый иоиск ио этой книге можно выиолнить на странице `http://books.google.com/`

Slav 392.10

Harvard College Library

RECEIVED BY EXCHANGE
FROM THE
LIBRARY OF CONGRESS
1925

Приложеніе къ Университетскимъ Извѣстіямъ 1897 г.

КУРСЪ
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГІИ

Н. А. БУНГЕ

Профессора Университета Св. Владиміра.

Выпускъ III.

Мыловареніе. — Взрывчатыя тѣла. – Запалы.—Зажигательныя спички.— Стекляное производство.—Глиняное производство.—Известь.—Гипсъ.— Цементы.—Асфальтъ — Дерево (предохраненіе отъ порчи).

376358

КІЕВЪ.
1897.

Δ
PSlav 392-10

HARVARD
UNIVERSITY
LIBRARY
50*17

Печатано по опредѣленію Совѣта ИМПЕРАТОРСКАГО Университета Св. Владиміра Ректоръ *Ѳ. Фортинскій.*

МЫЛОВАРЕНІЕ.

Мыловареніе извѣстно съ давнихъ временъ. Подъ развалинами Помпеи, разрушенной изверженіемъ Везувія въ I вѣкѣ по Р. Хр., былъ найденъ мыловаренный заводъ со всѣми приборами и продуктами, свидѣтельствующими о высокой степени развитія мыловаренія у Римлянъ. Въ то время однако мыло было дорого и употреблялось главнымъ образомъ какъ косметическое средство. Въ заводскихъ размѣрахъ мыловареніе появилось въ XI в. въ Италіи и Испаніи, откуда оно перешло въ XII—XIII в. во Францію, а въ XV в. въ Англію. Но только послѣ введенія въ практику способа Леблана для полученія соды (1804) и классическихъ изслѣдованій *Шевреля* надъ жирами, установившихъ ихъ химическую природу (стр. 180), мыло стало дешевымъ и общедоступнымъ предметомъ потребленія, и производство его стало быстро возрастать. Въ особенности большое вліяніе на возрастаніе производства мыла оказало развитіе бѣленія тканей и ситцепечатанія съ начала этого столѣтія, а также привозъ въ Европу дешевыхъ жировъ (кокосовое масло, пальмовое масло) изъ тропическихъ странъ, начиная съ 40-хъ годовъ.

Въ Россіи мыловареніе появилось въ XVII в. и, начиная съ текущаго столѣтія, стало расти и крѣпнуть, удовлетворяя нынѣ почти цѣликомъ потребность Россіи въ мылѣ.

Подъ словомъ „мыло“ химикъ подразумѣваетъ всѣ соединенія твердыхъ кислотъ жирнаго ряда и тоже олеиновой и льняной съ основаніями. Въ техникѣ же и обыденной жизни подъ этимъ словомъ подразумѣваютъ обыкновенно каліевыя и натріевыя соли пальмитиновой, стеариновой, олеиной и льняной кислотъ. Свойства этихъ соединеній различны, смотря по природѣ кислотъ и щелочей, входящихъ въ ихъ составъ. Вообще говоря, натріевыя мыла болѣе тверды и менѣе растворимы въ водѣ, чѣмъ каліевыя, и мыло твердыхъ жирныхъ кислотъ болѣе твердо и менѣе растворимо въ водѣ, чѣмъ мыло жидкихъ кислотъ, а въ особенности тѣхъ, которыя находятся въ высыхающихъ

маслахъ. Въ виду различія въ свойствахъ мыла, обусловливающихся его составомъ, техника отличаетъ *твердыя* и *мягкія мыла*, причемъ къ первымъ относитъ, говоря вообще, натріевыя соли жирныхъ кислотъ, получающіяся изъ невысыхающихъ жирныхъ маселъ и сала, а ко вторымъ каліевыя соли жирныхъ кислотъ, получающіяся изъ высыхающихъ жировъ, хотя и невысыхающіе жиры съ каліемъ даютъ мягкія мыла.

Всякіе *жиры* могутъ служить для мыловаренія, но преимущественно для этой цѣли употребляютъ: 1) Сало топленое и по возможности очищенное, рѣдко—сало-сырецъ. 2) Оливковое масло (во Франціи и южн. Европѣ). 3) Пальмовое масло (въ Англіи). 4) Кокосовое масло. 5) Масло изъ пальмовыхъ косточекъ (пальмоядровое масло). 6) „Олеинъ“ стеариновыхъ заводовъ, олинъ или вмѣстѣ съ саломъ. 7) Костяной жиръ (кост. сало) и жиръ пота шерсти. 8) Конопляное и льняное масло. 9) Ворвань или рыбій жиръ. 10) Хлопчатобумажное масло [1]).

Жиры 1—7 употребляются преимущественно для полученія твердыхъ натріевыхъ мылъ; жиры 8—9 идутъ главнымъ образомъ для приготовленія мягкихъ каліевыхъ мылъ. Хлопчатобумажное масло даетъ само по себѣ только жидкія мыла, но въ смѣси съ другими жирами (кокосовое масло, пальмоядровое масло и др.) употребляется также для полученія твердыхъ мылъ.

Предложено также (O. Liebreich, 1884) употреблять для мыловаренія непосредственно плоды и сѣмена богатые масломъ, послѣ предварительнаго поджариванія (120—180° во вращающихся барабанахъ) и измельченія. Предложеніе это слѣдуетъ считать скорѣе шагомъ назадъ, чѣмъ впередъ: было время, когда мыло готовили изъ сала-сырца, что представляло большое неудобство.

Кромѣ жировъ въ мыловаренномъ производствѣ употребляютъ также *смолу* (канифоль), получающуюся изъ „терпентина“, выдѣляемаго различными хвойными деревьями (пихта, ель, сосна и т. д.). Терпентинъ этотъ во вполнѣ свѣжемъ состояніи представляетъ густую клейкую жидкость и состоитъ изъ смолы и изъ терпентиннаго масла [скипидара, смѣсь терпеновъ $(C_5H_8)_n$], при удаленіи котораго, испареніемъ въ воздухѣ или перегонкой съ водой, получаютъ смолу, которая бѣдна терпентиннымъ масломъ и состоитъ главнымъ образомъ изъ смоляныхъ кислотъ [по Maly (1864) абіетиновой кислоты—$C_{44}H_{64}O_5$]. При продолжительномъ плавленіи смолы безъ воды или при перегонкѣ терпентина, получается *канифоль* (ангидридъ абіетиновой

---

1) Полученіе и свойства этихъ жировъ см. стр. 178—227 и стр. 748.

кислоты—$C_{44}H_{62}O_4$ по Maly [1]). Канифоль примѣняется для приготовленія мылъ не одна, а всегда въ смѣси съ жирами, такъ какъ сама не даетъ твердаго мыла.

Растворы щелочей мыловаренные заводы приготовляли прежде всегда, а теперь большей частью, сами, растворяя соду или поташъ (а прежде—золу) въ 8—10 частяхъ воды и разлагая ихъ соотвѣтственнымъ количествомъ извести. Въ настоящее время химическіе заводы доставляютъ мыловареннымъ уже готовые ѣдкій натръ и ѣдкое кали, какъ въ видѣ густыхъ растворовъ, такъ и въ твердомъ сплавленномъ видѣ въ жестянкахъ (стр. 515). При употребленіи ѣдкихъ щелочей въ твердомъ видѣ приготовляютъ растворъ, прибѣгая къ слѣдующему пріему, значительно облегчающему эту работу. Съ отверстія, служившаго для наполненія жестянки ѣдкими щелочами, снимаютъ крышку и помѣщаютъ жестянку надъ желѣзнымъ котломъ (фиг. 233), наполненнымъ нѣкоторымъ количествомъ воды, и притомъ

Фиг. 233.

такимъ образомъ, чтобы отверстіе жестянки стояло надъ отверстіемъ паропроводной трубки D, снабженной краномъ E. При открываніи крана паръ ударяетъ въ поверхность твердой ѣдкой щелочи и, сгущаясь, растворяетъ ее; образующійся густой растворъ стекаетъ въ котелъ A и разводится затѣмъ до требуемой крѣпости. 100 частей жира для своего обмыленія требуютъ среднимъ числомъ 17—20 ч. ѣдкаго натра или эквивалентное ему количество ѣдкаго кали.

Процессъ мыловаренія состоитъ въ обмыливаніи жировъ щелочами и въ отдѣленіи затѣмъ мыла отъ воды и постороннихъ тѣлъ. При обмыливаніи жиры разлагаются, образуя соотвѣтственныя натріевыя или каліевыя соли, съ одновременнымъ выдѣленіемъ глицерина. Это

---

[1]) По *Шкалетову* (1889) естественныя смолы (сосны и ели) въ совершенно свѣжемъ состояніи состоятъ почти исключительно изъ смѣси изомерныхъ сильвиновыхъ кислотъ (α, β, γ) состава $C_{40}H_{58}O_5$, весьма непрочныхъ и быстро поглощающихъ кислородъ воздуха. Безцвѣтная французская канифоль, по тому же изслѣдователю, состоитъ почти исключительно изъ чистой α-сильвиновой кислоты; обыкновенная же канифоль содержитъ кромѣ того ангидридъ пининовой кислоты ($C_{40}H_{58}O_7$) и вѣроятно γ-сильвиновую. Чѣмъ дольше терпентинъ остается на воздухѣ, тѣмъ болѣе въ немъ пининовой кислоты, и тѣмъ темнѣе получается канифоль.

обмыливаніе происходитъ тѣмъ легче и при тѣмъ болѣе низкой температурѣ, чѣмъ тѣснѣе прикосновеніе между жиромъ и щелокомъ. Оно можетъ даже происходить и при обыкновенной температурѣ, если жиръ предварительно превращенъ въ эмульсію. Этотъ послѣдній способъ обмыливанія дѣйствительно былъ предложенъ для практическихъ цѣлей (Mège-Mouriès, 1864) и сталъ примѣняться въ С.-А. Штатахъ для приготовленія какъ твердыхъ клеевыхъ мылъ, такъ и жидкихъ. Тѣмъ не менѣе обмыливаніе холоднымъ путемъ не получило еще широкаго примѣненія, и въ настоящее время обмыливаніе производятъ обыкновенно нагрѣваніемъ жировъ съ растворомъ щелочей, при чемъ также имѣютъ въ виду болѣе полное соприкосновеніе жировъ со щелокомъ. Работу начинаютъ именно съ эмульсированія жировъ, для чего при постоянномъ перемѣшиваніи смѣшиваютъ жиръ со слабымъ щелокомъ и нагрѣваютъ смѣсь ниже точки кипѣнія, и только тогда, когда эмульсированіе окончено и въ растворѣ образовалось нѣкоторое количество мыла, облегчающее раствореніе и эмульсированіе жировъ въ болѣе крѣпкомъ щелокѣ, приступаютъ къ *обмыливанію собственно*, возвышая температуру смѣси до кипѣнія и прибавляя къ ней все остальное количество щелочи уже въ видѣ болѣе крѣпкихъ растворовъ. Употребленіе въ началѣ работы крѣпкаго щелока представляетъ два неудобства: 1) жиръ легче всплываетъ на поверхность вслѣдствіе значительнаго удѣльнаго вѣса щелока, и 2) образующееся мыло трудно растворяется въ крѣпкомъ щелокѣ (въ особенности содержащемъ значительное количество углекислыхъ солей) и обволакиваетъ капельки жира, которыя поэтому трудно обмыливаются до конца. Въ особенности вѣрны эти заключенія для оливковаго масла, которое весьма трудно обмыливается при нагрѣваніи его съ крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго кали или натра. Кокосовое и пальмоядровое масла, наоборотъ, обмыливаются легко крѣпкимъ щелокомъ.

Послѣ обмыливанія полученный болѣе или менѣе мутный растворъ продолжаютъ кипятить до полученія прозрачной густой жидкости (*мыльный клей*), изъ которой мыло отдѣляется отъ воды и посторонніхъ примѣсей различнымъ образомъ, смотря по тому, какой сортъ мыла желаютъ приготовить.

При приготовленіи *жидкихъ каліевыхъ мылъ* вся операція выдѣленія мыла изъ мыльнаго раствора состоитъ въ *доваріваніи* мыла, т. е. въ удаленіи излишка воды и сообщеніи мылу надлежащей густоты. Такимъ образомъ, мягкое мыло представляетъ собой смѣсь мыла съ глицериномъ и всѣми посторонними примѣсями, содержащимися въ употребляемомъ щелокѣ.

При приготовленіи *твердаго натріеваго* мыла при помощи ѣдкаго

натра часто поступаютъ такимъ же образомъ. Полученный растворъ выпариваютъ (если онъ недостаточно густъ) и затѣмъ даютъ ему остыть, при чемъ онъ затвердѣваетъ. Такое мыло содержитъ значительное количество воды (35—50% и даже до 75%), глицеринъ и другія тѣла, содержавшіяся въ употребленныхъ матеріалахъ, и называется *клеевымъ*. Не всѣ, впрочемъ, жиры съ одинаковымъ успѣхомъ могутъ быть употребляемы для приготовленія клеевыхъ мылъ. Свойствами этими обладаютъ особенно кокосовое и пальмоядровое масла, а потому они и употребляются для этой цѣли или одни, или въ смѣси съ саломъ.

При приготовленіи твердаго мыла помощью ѣдкаго кали (или золы сухопутныхъ растеній) операція выдѣленія мыла изъ раствора сложнѣе, но за то получается мыло высокихъ качествъ, такъ называемое *ядровое мыло*. Къ полученному мыльному клею прибавляютъ хлористаго натрія (*отсоливаніе, солка*). при чемъ часть каліеваго мыла превращается въ натріевое [1]), и мыло, будучи трудно растворимо въ растворѣ хлористыхъ соединеній щелочей, мало-по-малу выдѣляется изъ раствора, образуя болѣе или менѣе плотную массу, состоящую почти только изъ смѣси натріеваго и каліеваго мыла и изъ незначительной примѣси постороннихъ тѣлъ.

Ядровое мыло можетъ быть получено (и въ настоящее время всего чаще получается), употребляя для обмыливанія жировъ вмѣсто ѣдкаго кали болѣе дешевый ѣдкій натръ и производя отсоливаніе, какъ сказано выше. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ отсоливаніе имѣетъ цѣлью только выдѣленіе мыла изъ раствора.

Послѣ отсоливанія мыло отдѣляютъ отъ отсола и помѣщаютъ въ формы, гдѣ оно застываетъ въ болѣе или менѣе твердое тѣло. Если мылу дать медленно охлаждаться, то время остыванія нерастворимыя примѣси (соли жирныхъ кислотъ желѣза и алюминія, а также сѣрнистое желѣзо, образовавшееся при дѣйствіи сѣрнистыхъ соединеній, содержащихся въ ѣдкомъ щелокѣ, на желѣзо котла), содержащіяся въ мылѣ и неосѣвшія вслѣдствіе значительной вязкости мыла, распредѣляются въ этомъ послѣднемъ неправильными прослойками и пятнышками, отъ чего мыло получаетъ нѣкоторое сходство съ мраморомъ (*мраморное ядровое мыло*). Если, наоборотъ, остываніе мыла вести быстро при постоянномъ помѣшиваніи, то нерастворимыя примѣси распредѣляются равномѣрно въ мылѣ и оно принимаетъ однородный цвѣтъ (гладкое ядровое мыло). Ядровое мыло, высоко цѣнится, такъ какъ оно содержитъ мало постороннихъ примѣсей и воды (иногда 20, обыкновенно 25—30%).

Въ настоящее время ядровое мыло рѣдко приготовляютъ, такъ

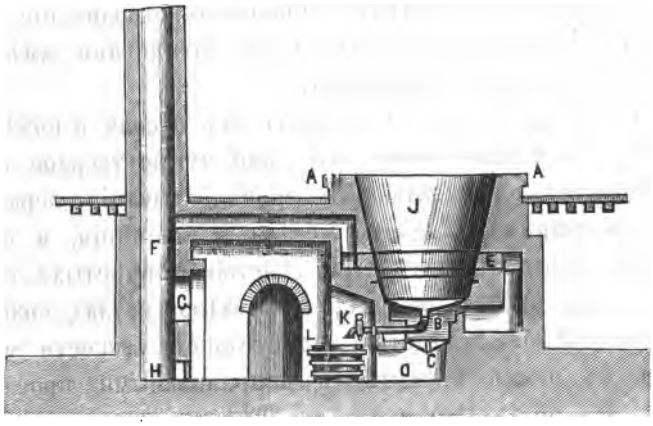
1) Даже при многократномъ отсоливаніи не удается превратить все каліевое мыло въ натріевое (Oudemans, 1869).

какъ оно, содержа мало воды и постороннихъ примѣсей, обходится гораздо дороже клеевыхъ мылъ, между тѣмъ какъ потребители требуютъ дешеваго, хотя бы и недоброкачественнаго мыла.

Для того, чтобы увеличить кажущуюся выручку мыла, ядровое мыло послѣ его приготовленія кипятятъ или съ водой, или съ слабымъ щелокомъ, при чемъ мыло впитываетъ или соединяется съ нѣкоторымъ количествомъ воды, и получается такъ называемое *шлифованное* или *лощеное мыло*, содержащее до 45% воды. Такъ какъ расплавленное лощеное мыло значительно менѣе вязко ядроваго, то изъ него осаждаются всѣ нерастворимыя постороннія примѣси, и оно при застываніи не имѣетъ мраморовидности. Нерѣдко, въ видахъ фальсификаціи, сообщаютъ ему эту мраморовидность, прибавляя къ нему различныя постороннія примѣси.

Мыло, приготовленное тѣмъ или другимъ способомъ, помѣщаютъ въ формы и послѣ остыванія разрѣзываютъ на куски. Изъ 100 ч. жира получаютъ 135—145 ч. ядроваго мыла съ 25—30% воды или 150—155 ч. шлифованнаго мыла.

Варятъ мыло по большей части въ конусообразныхъ высокихъ *котлахъ*, склепанныхъ изъ желѣзныхъ листовъ, нагрѣваемыхъ голымъ огнемъ и вмазанныхъ въ печь такимъ образомъ, чтобы верхняя часть котла выходила наружу (фиг. 234). Для удешевленія стоимости котла,

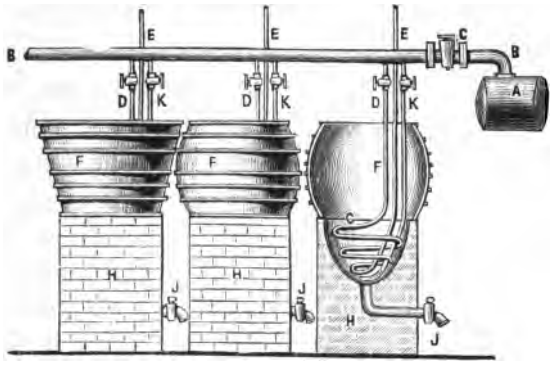


Фиг. 234.

эту верхнюю часть его (*набойку*) дѣлаютъ изъ дерева или (всего лучше) складываютъ изъ кирпича. Котлы для ядроваго мыла снабжены обыкновенно въ нижней части краномъ для спуска отсола. Иногда котлы дѣлаютъ изъ чугуна, но они представляютъ то неудобство, что, если чугунный котелъ треснетъ, его необходимо переплавить, между тѣмъ какъ если у желѣзнаго котла прогоритъ дно, то оно легко можетъ быть замѣнено новымъ. Значительная высота мыловарныхъ котловъ обусловливается тѣмъ, что мыло во время варки сильно пѣнится. Вмѣ-

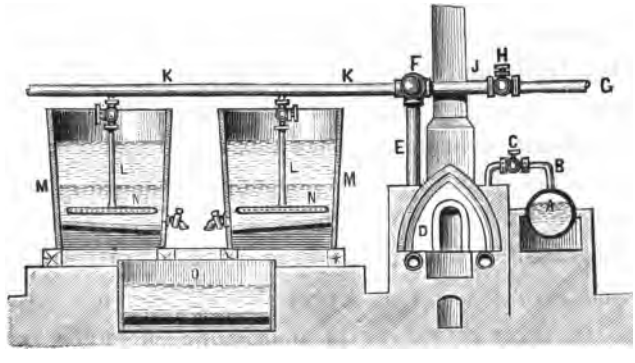
стимость котла должна быть такъ разсчитана, чтобы на каждые 100 кило обмыливаемаго жира приходилось 0,4 куб. м. емкости котла. Общая емкость котла колеблется между 500—20.000 литровъ, смотря по размѣрамъ производства. Надъ котлами помѣщаютъ колпаки для отвода водяныхъ паровъ и зловонныхъ продуктовъ.

Кромѣ варки мыла на голомъ огнѣ, ее производятъ (въ Англіи и Америкѣ) при помощи глухаго пара высокаго давленія (3 атмосф.) и перегрѣтымъ паромъ.



Фиг. 235.

Фигура 235 представляетъ три котла, нагрѣваемые паромъ. Нижняя часть котла чугунная, верхняя сдѣлана изъ дерева и снабжена желѣзными обручами. Паръ изъ паровика *A* и общей паропроводной трубы *B B* поступаетъ черезъ трубки D D въ змѣевикъ котловъ и уходитъ изъ змѣевика черезъ *E*. Для перемѣшиванія содержимаго котла впускаютъ паръ въ трубку *K*, которая внизу имѣетъ цѣлый рядъ отверстій, выходя изъ которыхъ паръ приводитъ въ движеніе нагрѣваемую смѣсь.



Фиг. 236.

Фигура 236 представляетъ устройство для нагрѣванія котловъ перегрѣтымъ паромъ. Изъ паровика *A* пары воды проходятъ черезъ желѣзныя трубы, помѣщенныя въ печи *D*, гдѣ, перегрѣвшись, направляются въ резервуаръ *F*, а оттуда по трубкамъ *K*, *L* въ горизонтальную трубку *N*, могущую вращаться около трубки *L* и съ одной стороны снабженную цѣлымъ рядомъ отверстій. Резервуаръ *F* сообщается при

помощи *G* съ насосомъ, накачивающимъ въ него воздухъ. Краны *H* и *C* служатъ для регулированія притока воздуха и пара въ резервуаръ *F*. и изъ него въ чаны. Работу производятъ слѣдующимъ образомъ: щелокъ и жиръ помѣщаютъ въ чаны *M*; затѣмъ при закрытомъ кранѣ *H* впускаютъ перегрѣтый паръ и нагрѣваютъ смѣсь; когда смѣсь должна быть перемѣшана, открываютъ кранъ *H*, вдуваютъ воздухъ, при чемъ трубка *N* приходитъ въ движеніе, и содержимое котла перемѣшивается. Рабочій, слѣдовательно, долженъ наблюдать только за кранами *C* и *H*, чтобы увеличить или уменьшить силу нагрѣванія и перемѣшиванія содержимаго котла.

Формы, въ которыхъ помѣщаютъ мыло и въ которыхъ это послѣднее остываетъ, должны имѣть такое устройство, чтобы теплое жидкое мыло не могло изъ нихъ вытекать и чтобы оно послѣ остыванія могло быть вынуто. Для этой цѣли употребляютъ деревянные ящики, вертикальныя стѣнки которыхъ входятъ въ углубленія дна и прижимаются плотно другъ къ другу при помощи винтовъ или другихъ приспособленій. Понятно, что формы эти легко разбирать, и остывшее въ нихъ мыло легко вынуть. Для туалетныхъ мылъ употребляютъ формы, состоящія изъ плоскихъ ящиковъ, на которые накладываются деревянныя рамки. Въ настоящее время деревянныя формы нерѣдко замѣняются желѣзными, которыя гораздо прочнѣе. Размѣры формъ зависятъ отъ сорта приготовляемаго мыла: при приготовленіи ядроваго мыла, для образованія въ нихъ мраморовидности необходимо употреблять формы большихъ размѣровъ (1500—4000 кгр. вмѣстимости), чтобы остываніе мыла происходило, по возможности, медленнѣе. При приготовленіи клеевыхъ и туалетныхъ мылъ, которыя должны быть, по возможности, однородны во всей массѣ—употребляютъ формы меньшихъ размѣровъ (50—750 кгр. вмѣстимости). Для этихъ послѣднихъ мылъ особенно пригодны желѣзныя формы. Желѣзныя формы, при приготовленіи ядровыхъ мылъ, окружаются дурнымъ проводникомъ тепла, чтобы замедлить остываніе мыла.

Для *разрѣзыванія мыла* на куски соотвѣтственной величины, употребляютъ желѣзныя или латунныя проволоки, и самое разрѣзываніе производятъ или ручнымъ способомъ, или при помощи болѣе или менѣе сложныхъ механическихъ приспособленій.

Какъ *побочный продуктъ мыловаренія*, получаютъ *отсольныя воды* (*отсолъ*), содержащія, кромѣ воды, глицеринъ, хлористыя, сѣрнокислыя и углекислыя соединенія щелочей и другія соли. Вотъ, для примѣра, составъ плотнаго остатка одной изъ отсольныхъ водъ:

Хлористый натрій ($NaCl$)	78,12
Сѣрнонатріевая соль (Na_2SO_4)	8,61
Нерастворимыя неорганическія тѣла	0,22
Глицеринъ и органич. тѣла	3,55
Вода	7,50
Щелочи, перечисленныя на углекислыя	2,61
	100,61

Въ виду значительной цѣнности глицерина, было предложено много различныхъ способовъ для извлеченія изъ отсольныхъ водъ названнаго соединенія. Изъ этихъ способовъ только способъ *Гагемана* и *Домейера* (O. C Hagemann и Alb. Domeier) получилъ болѣе обширное примѣненіе. Способъ этотъ состоитъ въ томъ, что къ отсольнымъ водамъ прибавляютъ хлористаго кальція до прекращенія образованія осадка, отдѣляютъ жидкость отъ осадка декантаціей и затѣмъ сгущаютъ. Такъ какъ жидкость содержитъ много солей, то сгущеніе производятъ въ полушарообразныхъ котлахъ, нагрѣваемыхъ только съ боковъ и снабженныхъ вентилями для удаленія выдѣляющихся при выпариваніи солей. Полученный сырой глицеринъ, содержащій приблизительно 10% солей, перегоняютъ подъ уменьшеннымъ давленіемъ въ цилиндрическихъ кубахъ съ коническимъ дномъ, соединенныхъ съ вертикальной высокой колонной, играющей роль ректификатора, дефлегматора (стр. 173—174) и конденсатора.

Тѣмъ не менѣе, извлеченіе глицерина изъ отсольныхъ водъ выпариваніемъ, съ выдѣленіемъ солей, не вполнѣ достигаетъ цѣли, такъ какъ при этомъ способѣ часть глицерина остается въ мылѣ, часть удерживается выдѣляющимися солями, а, при приготовленіи клеевыхъ мылъ, образующійся глицеринъ вовсе не можетъ быть добытъ указаннымъ способомъ. Въ виду этого, было предложено (Duclos, 1890) употреблять для приготовленія мыла не жиры, а жирныя кислоты, полученныя обмыливаніемъ жировъ или небольшимъ количествомъ извести въ автоклавахъ (стр. 231), или перегрѣтой водою, или паромъ. Изъ этихъ послѣднихъ способовъ обмыливанія (впервые указанныхъ Berthelot, 1853) наибольшаго вниманія заслуживаютъ способы Wright'a и Wilson'a для обмыливанія жировъ перегрѣтой водой и способъ Wilson'a и Gwynne (1855) для обмыливанія жировъ перегрѣтымъ паромъ.

При обмыливаніи жировъ по способу Wright'a и Wilson'a употребляютъ аппаратъ, состоящій изъ двухъ герметически закрытыхъ мѣдныхъ котловъ, поставленныхъ другъ надъ другомъ и соединенныхъ между собою двумя трубками, изъ которыхъ одна *A* оканчивается нѣсколько выше дна верхняго котла и доходитъ почти до дна нижняго котла, между тѣмъ какъ вторая трубка *B* идетъ отъ крышки нижняго котла и оканчивается нѣсколько ниже крышки верхняго

котла. Наполнивъ верхній котелъ водой до отверстія трубки *A*, въ нижній котелъ помѣщаютъ обмыливаемый жиръ почти до отверстія трубки *B* и нагрѣваютъ верхній котелъ. Образующіеся при этомъ пары воды изъ верхняго котла идутъ по трубкѣ *B* въ верхнюю часть котла *B*, гдѣ сгущаются. Сгустившаяся вода проходитъ черезъ болѣе легкій жиръ, собирается на днѣ нижняго котла и по трубкѣ *A* вновь возвращается въ верхній котелъ. Этимъ путемъ жиръ постоянно и энергично перемѣшивается съ нагрѣтой водой, вслѣдствіе чего обмыливаніе идетъ быстро, совершенно и при относительно невысокомъ давленіи (15 атмосф., соотв. темпер. 200°).

Обмыливаніе перегрѣтымъ паромъ по способу *Вильсона* производятъ, перегоняя въ ретортѣ (емкостью въ 60 гектолитр.) жиры въ струѣ перегрѣтаго пара при температурѣ 310° и сгущая перегоняющіяся жирныя кислоты и глицеринъ, неразлагающіеся при этомъ въ значительныхъ количествахъ.

Послѣ этого общаго обзора мыловаренія познакомимся нѣсколько подробнѣе съ производствомъ важнѣйшихъ видовъ мыла.

Ядровое мыло. Для приготовленія ядроваго мыла служитъ въ Россіи и Германіи главнымъ образомъ сало, во Франціи—низшіе сорта оливковаго масла, въ Англіи—пальмовое масло, при чемъ для обмыливанія употребляется ѣдкое кали или же ѣдкій натръ.

Приготовленіе мыла изъ сала и ѣдкаго кали. На 1000 частей сала берутъ 400 ч. поташа. Поташъ предварительно растворяютъ въ водѣ, разлагаютъ соотвѣтственнымъ количествомъ гашеной извести и приготовляютъ растворъ ѣдкаго кали въ 10—17° Б. Жиръ помѣщаютъ въ котлы и затѣмъ прибавляютъ къ нему щелокъ или весь вдругъ, или лучше по частямъ, при чемъ сначала въ котелъ вливаютъ щелокъ болѣе слабый (уд. вѣсъ 1,07=7,7% K_2O), а затѣмъ болѣе крѣпкій (16—18° Б., уд. вѣсъ 1,125—1,142=12,40—13,9% K_2O). Послѣ помѣщенія въ котелъ жира и части щелока котелъ слабо нагрѣваютъ и перемѣшиваютъ содержимое; при этомъ жиръ образуетъ со щелокомъ эмульсію, т. е. распредѣляется равномѣрно въ жидкости въ видѣ мелкихъ шариковъ. Когда образованіе эмульсіи кончено, смѣсь нагрѣваютъ до кипѣнія и прибавляютъ болѣе крѣпкаго щелока, при чемъ происходитъ *обмыливаніе* жира, и получается болѣе или менѣе прозрачный растворъ, который дальнѣйшимъ кипяченіемъ превращаютъ въ *мыльный клей* такой густоты, что вынутая проба стекаетъ съ лопатки не въ видѣ капель, а въ видѣ тягучихъ нитей. Мыльный клей этотъ представляетъ растворъ каліевыхъ

солей жирныхъ кислотъ, глицерина и всѣхъ постороннихъ примѣсей, содержавшихся въ взятыхъ матеріалахъ. Для того, чтобы отдѣлить изъ него мыло и въ то же самое время превратить часть каліеваго мыла въ натріевое, въ котелъ прибавляютъ поваренной соли или въ видѣ крѣпкаго раствора (20° Б.) или чаще въ твердомъ видѣ (отсоливаніе). На 100 частей сала берутъ отъ 12,0 до 16,0 ч. соли. Во время прибавленія соли массу безпрестанно перемѣшиваютъ и все время поддерживаютъ кипѣніе, пока мыльный клей не превратится въ бѣлую крупчатую массу, отдѣляясь совершенно отъ прозрачной жидкости (*отсольный щелокъ*). Затѣмъ огонь ослабляютъ, такъ что кипѣніе прекращается, и оставляютъ въ покоѣ часа на три; въ продолженіе этого времени мыло выдѣляется на поверхность, а отсольный щелокъ, находящійся подъ нимъ, выпускаютъ изъ котла. Дальнѣйшая обработка мыла зависитъ отъ чистоты употребленныхъ матеріаловъ. Если матеріалы были совершенно чисты, то мыло получается надлежащихъ качествъ послѣ перваго отсоливанія; если же матеріалы были нечисты, то мыло, полученное послѣ перваго отсоливанія, растворяютъ снова въ слабомъ щелокѣ (8—10° Б.), затѣмъ отсоливаютъ и повторяютъ эти операціи тѣмъ чаще, чѣмъ менѣе чисты матеріалы, употребленные для приготовленія мыла. Въ большей части случаевъ достаточно трехъ отсоливаній. Варка и солка дѣлаютъ мыло все болѣе и болѣе плотнымъ и менѣе пузыристымъ.

Отъ большей или меньшей плотности послѣдняго солянаго раствора зависитъ большее или меньшее содержаніе воды въ мылѣ: чѣмъ концентрированнѣе растворъ поваренной соли, тѣмъ менѣе въ мылѣ остается воды. Въ виду этого, послѣднее отсоливаніе производятъ очень осторожно, чтобы получить мыло надлежащаго качества—не слишкомъ мягкое и богатое водою и не слишкомъ сухое, а потому хрупкое и трудно-мылящееся. Для этой цѣли увеличиваютъ концентрацію солянаго раствора постепенно, сгущая его кипяченіемъ, и зорко слѣдятъ за свойствами выдѣляющагося мыла. Если мыло получается слишкомъ сухимъ или если желаютъ получить такъ называемое гладкое мыло, то его вновь варятъ съ нѣкоторымъ количествомъ щелока и воды (шлифованіе мыла). Сваренное мыло тщательно отстаиваютъ отъ *отсольныхъ водъ* и перечерпываютъ въ формы, гдѣ оно медленно застываетъ по прошествіи 8—10 дней.

На нѣкоторыхъ мыловарняхъ ядровое мыло готовятъ нѣсколько инымъ способомъ. Первое отсоливаніе производятъ, когда обмыливаніе еще не вполнѣ окончено, выдѣляющуюся при этомъ массу отдѣляютъ отъ отсольнаго щелока вполнѣ или только отчасти, въ котелъ прибавляютъ нѣкоторое количество ѣдкаго щелока (для окончанія обмыливанія),

поваренной соли и такое количество воды, чтобы мыло могло бы раствориться. Затѣмъ нагрѣваютъ, при чемъ въ началѣ получается прозрачный растворъ, изъ котораго затѣмъ при дальнѣйшемъ кипяченіи и испареніи воды выдѣляется мыло.

Въ настоящее время, какъ уже сказано выше, рѣдко употребляютъ въ мыловареніи поташъ[1]), а по большей части соду, превращая ее въ ѣдкій натръ, или даже прямо ѣдкій натръ.

При употребленіи натра, ядровое мыло изъ сала готовится слѣдующимъ образомъ: для обмыливанія употребляютъ слабый щелокъ, усиливая концентрацію этого послѣдняго постепенно, такъ какъ сало съ крѣпкимъ щелокомъ труднѣе обмыливается. Въ котелъ вливаютъ сперва $^1/_4$ всего необходимаго для обмыливанія количества ѣдкаго натра, въ видѣ щелока въ 10—12° Б. (1,075—1,091 уд. в.), щелокъ нагрѣваютъ и затѣмъ кладутъ сало, которое сначала превращается въ эмульсію, а затѣмъ при возвышеніи температуры до кипѣнія обмыливается. Когда сало соединилось съ первою четвертью щелочи и образовался клей, тогда прибавляютъ вторую четверть ѣдкаго натра въ видѣ болѣе уже крѣпкаго раствора (15—18° Б., 1,116—1,142 уд. в.) и продолжаютъ кипятить, при чемъ обмыливаніе продолжается; затѣмъ прибавляютъ третью и четвертую четверть ѣдкаго натра. Когда послѣ прибавленія всего щелока получится однородный „мыльный клей", приступаютъ къ отсоливанію, которое производятъ такъ же, какъ и при приготовленіи ядроваго мыла изъ сала съ ѣдкимъ кали, при чемъ однако въ данномъ случаѣ отсоливаніе имѣетъ цѣлью только выдѣленіе мыла изъ раствора, а потому идетъ легче и требуетъ 8—10% поваренной соли по вѣсу сала.

Для приготовленія оливковаго (марсельскаго) мыла употребляютъ обыкновенно низшіе сорта оливковаго масла, въ которое въ настоящее время нерѣдко прибавляютъ (до 40% по вѣсу оливк. масла) болѣе дешеваго хлопчатобумажнаго и др. растительныхъ маселъ. На 2000 кгр. оливк. масла, помѣщеннаго въ котелъ, прибавляютъ около 500 кгр. ѣдкаго натроваго щелока крѣпостью въ 6—9° Б. (1,045—1,067 уд. в.) и затѣмъ все это перемѣшиваютъ при обыкновенной температурѣ. Когда жиръ и щелокъ хорошо перемѣшались, нагрѣваютъ смѣсь до кипѣнія и, когда жидкость начнетъ подыматься, прибавляютъ около 100 кгр. щелока крѣпостью въ 20° Б. (1,162 уд. в.) и продолжаютъ варить и всякій разъ, какъ только жидкость начинаетъ подыматься,

---

[1]) Только при приготовленіи нѣкоторыхъ сортовъ мылъ, напр. мыла для бритья, употребляютъ обязательно ѣдкое кали, такъ какъ мыла, при этомъ полученныя, обладаютъ большею мягкостью.

прибавляютъ небольшими порціями крѣпкій щелокъ, пока онъ не станетъ стекать свѣтлымъ съ вынутой пробы, и смѣсь не станетъ ѣдка на вкусъ и пріймет щелочную реакцію. Такой крѣпости щелока (20° Б.) на 2000 кгр. масла требуется 5000 кгр. Образующійся при этомъ мыльный клей не получается прозрачнымъ, такъ какъ обыкновенно употребленный щелокъ содержитъ нѣкоторое количество угленатріевой соли и хлористыхъ щелочныхъ металловъ, въ особенности въ прежнее время, когда употребляли для полученія ѣдкаго натра варекъ и клепъ (стр. 580). Послѣ образованія клея, полученную массу оставляютъ въ котлѣ около 12 часовъ и по истеченіи этого времени отдѣляютъ щелокъ, находящійся подъ мыльнымъ слоемъ. Когда щелокъ удаленъ, тогда къ мыльному клею прибавляютъ около 1000 кгр. щелока (10—20° Б.), содержащаго небольшое количество ѣдкаго натра на значительное количество (30—40% по вѣсу NaCl) поваренной соли. При варкѣ съ этимъ щелокомъ мыло отдѣляется въ видѣ кругловатаго мягкаго ядра. Когда отдѣленіе кончилось, опять оставляютъ мыло въ покоѣ на 12 часовъ и отдѣляютъ щелокъ. Послѣ удаленія втораго щелока, приступаютъ къ лощенію. Для этой цѣли въ котелъ съ мыломъ прибавляютъ 500—700 кгр. щелока крѣпостью 9° Б. (1,067 уд. в.), нагрѣваютъ, перемѣшиваютъ и отъ времени до времени прибавляютъ около 5000 кгр. щелока, который берутъ все слабѣе, такъ что послѣдній имѣетъ всего около 2° Б. (1,014). Когда щелокъ начнетъ довольно медленно стекать съ вынутой пробы и станетъ нѣсколько мутенъ, то лощеніе считаютъ оконченнымъ, нагрѣваніе прекращаютъ и содержимое котла оставляютъ въ покоѣ 36—48 часовъ. Образующуюся при этомъ пѣну снимаютъ, а жидкое мыло темнозеленаго, даже чернаго цвѣта перечерпываютъ въ формы, гдѣ оно застываетъ. Подъ мыломъ въ котлѣ находится жидкій, невзрачный на видъ мыльный клей, который при остываніи твердѣетъ. Этотъ клей послѣ удаленія мыла отсоливаютъ и полученное при этомъ мыло или употребляютъ при слѣдующей варкѣ, или превращаютъ въ мраморное мыло.

Для приготовленія ядроваго мыла изъ пальмоваго масла употребляютъ небѣленое и бѣленое пальмовое масло и обмыливаніе ведутъ (въ Англіи) въ котлахъ, нагрѣваемыхъ паромъ высокаго давленія, при помощи крѣпкихъ растворовъ ѣдкаго натра (18—20° Бомэ), содержащихъ нѣкоторое количество угленатріевой соли. Большое содержаніе свободныхъ жирныхъ кислотъ въ пальмовомъ маслѣ (въ особенности въ бѣленомъ) значительно облегчаетъ и ускоряетъ процессъ обмыливанія, что и допускаетъ употребленіе вышеуказаннаго способа обмыливанія. Выдѣленіе мыла изъ мыльнаго клея производятъ или солкой, или болѣе крѣпкимъ ѣдкимъ щело-

комъ. Для обмыливанія 100 ч. пальмоваго масла требуется около 11 ч. окиси натрія (Na_2O).

Натріевое клеевое мыло. Существенная особенность приготовленія клееваго натріеваго мыла состоитъ въ томъ, что отсоливанія не производятъ вовсе, а весь мыльный клей перечерпываютъ въ формы вмѣстѣ съ растворенными въ немъ глицериномъ и посторонними примѣсями.

Для приготовленія этихъ мылъ особенно пригодно кокосовое масло и масло пальмовыхъ косточекъ, такъ какъ они легко обмыливаются крѣпкимъ щелокомъ, даютъ мыла, растворимыя въ соляныхъ растворахъ (что позволяетъ употребленіе ихъ при мытьѣ морской водой) и твердыя, даже при 70%-мъ содержаніи воды. Варка кокосоваго мыла производится слѣдующимъ образомъ: въ котелъ помѣщаютъ кокосовое масло и натріевый щелокъ въ 27—35° Б. въ количествѣ нѣсколько большемъ теоретическаго и слабо (70—80°) нагрѣваютъ, при постоянномъ помѣшиваніи, въ мѣдномъ котлѣ (употребленіе желѣзнаго котла легко сообщаетъ мылу желтую окраску) безъ надставки, такъ какъ обмыливаніе идетъ спокойно и безъ образованія пѣны. По прошествіи одного или двухъ часовъ содержимое котла начинаетъ густѣть, и въ теченіе короткаго времени образованіе мыльнаго клея оканчивается. Полученный мыльный клей, представляющій полутвердое тѣсто, перечерпываютъ въ формы для отвердѣванія, которое происходитъ быстро, такъ что черезъ 2—3 дня мыло готово. Изъ 100 частей жира можно получить 200—250 ч. мыла.

Легкая обмыливаемость кокосоваго масла передается отъ него и другимъ жирамъ, а потому весьма часто для удешевленія стали къ кокосовому маслу прибавлять другой болѣе дешевый жиръ. Такъ, напримѣръ, такъ называемое *эшвегерское мыло* приготовляется изъ смѣси кокосоваго и пальмоваго масла.

Въ Сѣверо Американскихъ Соединенныхъ Штатахъ стали приготовлять клеевыя натріевыя мыла холоднымъ путемъ изъ сала или смѣси сала съ кокосовымъ масломъ, или смѣси кокосоваго масла и хлопчато-бумажнаго. Для облегченія эмульсированія жира съ растворомъ щелочи предложено (M. Ekelberg, 1892; C. Katt, 1893) производить смѣшеніе въ такъ называемыхъ *центробѣжныхъ эмульсаторахъ* (Ekelberg, 1892), пригодныхъ также для очищенія минеральныхъ маселъ сѣрной кислотой и другихъ цѣлей. Эмульсаторъ состоитъ изъ двухъ тарелокъ, обращенныхъ другъ другу вогнутыми плоскостями и укрѣпленныхъ на вертикальной оси. Тарелкамъ сообщаютъ 600—700 оборотовъ въ минуту и въ центръ полости, образуемой тарелками, впускаютъ смѣшиваемыя жидкости. Разстояніе между краями тарелокъ можетъ быть измѣняемо по желанію между 0,05 и 2 мм.; чѣмъ

меньше это разстояніе, тѣмъ мельче получается эмульсія. Тарелки эмульсатора готовятъ, смотря по свойствамъ эмульсируемыхъ жидкостей, или изъ стали, снабженной оловянной или сурьмяно-свинцовой полудой или изъ кислото-упорной бронзы.

Каліевыя или мягкія мыла приготовляются обмыливаніемъ жировъ каліевымъ щелокомъ. Такъ какъ эти мыла нельзя отсоливать (они обращаются при этомъ въ натріевыя), то они всегда содержатъ много воды и весь матеріалъ, введенный въ мыловарный котелъ. Жиры, употребляемые для мягкихъ мылъ, слѣдующіе: масла конопляное, льняное, маковое, сурѣпное, ворвань, олеиновая кислота и, иногда въ видѣ примѣси, твердое сало и смола. Такъ какъ достоинство мягкаго мыла обусловливается его твердостью (хорошее мыло не должно расплываться на бумагѣ при отвѣшиваніи), а высыхающія масла—льняное, конопляное и маковое—даютъ мыло почти полужидкое въ лѣтнее время, то для мылъ, заготовляемыхъ для лѣтняго употребленія, прибавляютъ къ упомянутымъ масламъ ворвань, сурѣпное или рапсовое масла. Такія мыла называются *лѣтними* мягкими мылами въ отличіе отъ *зимнихъ*, приготовляемыхъ для зимняго употребленія изъ однихъ высыхающихъ маселъ. Часто для полученія лѣтняго жидкаго мыла часть ($^1/_4$—$^1/_3$) калія замѣняютъ натріемъ.

Способъ варки жидкихъ мылъ въ общемъ тотъ же, что и каліевыхъ ядровыхъ мылъ до образованія „мыльнаго клея“. Обмыливаніе начинаютъ слабымъ щелокомъ (9—11° Б.) и оканчиваютъ болѣе крѣпкимъ, къ которому полезно прибавлять нѣкоторое количество углекаліевой соли; затѣмъ, когда кончится обмыливаніе и образуется „мыльный клей“, содержимое кипятятъ до удаленія избытка воды и полученія жидкаго мыла надлежащей густоты. Готовое каліевое мыло представляетъ весьма мягкую, вязкую массу, въ неподкрашенномъ видѣ желтаго цвѣта, кромѣ приготовляемаго изъ коноплянаго масла, которое имѣетъ довольно красивый зеленый цвѣтъ. Такъ какъ мягкое мыло приготовляли прежде главнымъ образомъ изъ коноплянаго масла, и потребители привыкли къ зеленому цвѣту мягкаго мыла, то и желтое мыло окрашиваютъ посредствомъ индиго въ зеленый цвѣтъ. Выходъ мягкаго мыла 230—250 ч. изъ 100 ч. жира. Мягкія мыла употребляютъ охотно, по причинѣ ихъ легкой растворимости, въ нѣкоторыхъ производствахъ, напр., при валяніи суконъ.

Смоляныя (канифольныя) мыла готовятъ безъ отсоливанія (клеевыя) и съ отсоливаніемъ (ядровыя). Для лучшихъ сортовъ мыла употребляютъ самую свѣтлую канифоль въ количествѣ не болѣе 30% по вѣсу жира; а изъ жировъ употребляютъ преимущественно пальмовое масло, сало, кокосовое масло и пальмоядровое масло. Для дешевыхъ

мылъ употребляютъ канифоль темную въ большомъ количествѣ, а пальмовое масло и сало замѣняютъ отчасти или вполнѣ болѣе дешевыми жирами, костянымъ жиромъ (саломъ), олеиновой кислотой, хлопчатобумажнымъ масломъ и друг. Нерѣдко мыла послѣдняго рода „*наполняютъ*“ растворимымъ стекломъ, талькомъ и т. д. Обмыливаніе канифоли производятъ или вмѣстѣ съ жирами, или канифоль и жиръ обмыливаютъ отдѣльно и затѣмъ тщательно смѣшиваютъ готовыя мыла. Для обмыливанія канифоли употребляютъ крѣпкій щелокъ (20° даже 28—30° Б.), считая на 100 ч. канифоли 15,5 ч. окиси калія (K_2O) или 10,2 ч. окиси натрія (Na_2O). Канифольныя мыла отличаются легкой растворимостью, хорошо мылятся даже при употребленіи воды богатой солями (морская вода), но при сохраненіи становятся липкими и темнѣютъ, въ особенности если приготовлены съ темной канифолью.

Туалетныя мыла. Процессъ приготовленія туалетныхъ мылъ тотъ-же, что и простыхъ. Разница заключается въ томъ, что для приготовленія этихъ мылъ употребляютъ жиръ высшаго качества (свиное, говяжье сало, кокосовое, бѣленое пальмовое, оливковое и миндальное масла) и чистыя щелочи, и послѣ того, когда мыло готово, его душатъ, окрашиваютъ и формуютъ. Душатъ и окрашиваютъ мыла или при нагрѣваніи, или холоднымъ путемъ. Въ первомъ случаѣ мыло просушиваютъ (до содержанія 5—8% воды), превращаютъ въ тонкую стружку, которую помѣщаютъ въ котелъ, вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ розовой или померанцевой воды, и нагрѣваютъ въ водяной банѣ при постоянномъ помѣшиваніи до полнаго расплавленія. Затѣмъ прекращаютъ нагрѣваніе и, когда мыло нѣсколько охладилось, прибавляютъ, не переставая перемѣшивать, краску и, немного погодя, духи. Послѣ этого мыло перечерпываютъ въ формы, въ которыхъ оно застываетъ, и затѣмъ разрѣзываютъ на куски потребной величины.

Способъ надушиванія при нагрѣваніи неудобенъ тѣмъ, что летучія ароматическія вещества легко испаряются при высокой температурѣ, а потому при приготовленіи высокихъ сортовъ туалетныхъ мылъ, для надушиванія которыхъ употребляютъ очень дорогіе препараты, надушиваніе производятъ холоднымъ путемъ. Для этой цѣли мыло, остывшее въ формахъ, обращаютъ въ стружки, къ которымъ прибавляютъ красящихъ и душистыхъ тѣлъ, затѣмъ ручнымъ или машиннымъ способомъ перемѣшиваютъ до полученія однообразной массы, которую формуютъ въ особенныхъ прессахъ. Для облегченія этихъ операцій придуманы непрерывно-дѣйствующіе аппараты (Broyeuse sécheuse continue Cressonières frères).

Для окраски высокихъ сортовъ мыла употребляютъ растительныя краски (шафранъ, лакмусъ, индиго, карминъ, крапъ, сафлоръ, смоляные пигменты); для дешевыхъ—минеральныя (хромпикъ, киноварь, сѣрнистый кадмій, хромовая зелень, ультрамаринъ, шмальта).

Особенныя видоизмѣненія туалетныхъ мылъ представляютъ *прозрачное мыло*, *китайское* и *глицериновое*.

Прозрачное мыло приготовляютъ изъ обыкновеннаго непрозрачнаго, которое хорошо высушиваютъ, превращаютъ въ стружки, обливаютъ равнымъ вѣсомъ спирта и нагрѣваютъ въ кубѣ. Послѣ растворенія мыла, отгоняютъ $^1/_3$ спирта и остатку даютъ отстояться до освѣтленія. Свѣтлый растворъ выпускаютъ изъ куба и разливаютъ въ формы, въ которыхъ онъ остываетъ и отвердѣваетъ. Прозрачность наступаетъ только послѣ полнаго испаренія спирта, на что потребно нѣсколько недѣль.

Китайское или легкое мыло приготовляютъ изъ хорошаго мыла, которое растворяютъ въ горячей водѣ; растворъ сильно сбиваютъ метелкой до обращенія въ густую пѣну. Полученное густое пѣнистое мыло выставляютъ на холодъ, раскладываютъ въ формы и по остываніи рѣжутъ на куски соотвѣтственной величины. Удобнѣе подобное же мыло можетъ быть получено, смѣшивая расплавленное, но уже застывающее мыло съ двууглекислой натріевой солью. Соль эта разлагается при 70° на углекислую натріевую соль и угольный ангидридъ, который, образуясь въ твердѣющемъ мылѣ, сообщаетъ ему пористость.

Глицериновое мыло готовятъ также изъ обыкновеннаго мыла, къ которому въ расплавленномъ состояніи подмѣшиваютъ отъ $^1/_{12}$ до $^1/_{25}$ вѣс. части глицерина передъ помѣщеніемъ въ формы.

Съ цѣлью удешевить кажущуюся стоимость мыла и въ предположеніи (ложномъ) увеличить его дѣйствіе, къ твердымъ наполненнымъ и въ особенности къ жидкимъ мыламъ нерѣдко прибавляютъ разныя постороннія тѣла, между прочимъ разныя соли, песокъ, крахмалъ и т. д.

Изъ мылъ, содержащихъ постороннія ненормальныя примѣси, особенно характерно такъ называемое **мыло на фуксовомъ стеклѣ**, т. е. мыло, при приготовленіи котораго было прибавлено большее или меньшее количество растворимаго (фуксова) стекла (стр. 772). Мыла этого рода готовятъ такимъ образомъ, что уже къ готовому мылу при началѣ его застыванія прибавляютъ растворимое стекло въ видѣ крѣпкаго раствора (60—70%). При этихъ условіяхъ растворимое стекло легко разлагается на кремневую кислоту въ видѣ студени и на болѣе щелочной силикатъ, которые легко перемѣшиваются съ мыломъ въ однородную смѣсь, способную удерживать въ себѣ большое количество

воды и имѣющую сильныя щелочныя свойства, нерѣдко вредно дѣйствующія на очищаемыя ткани.

Свойства мыла. Хорошее мыло должно быть по возможности нейтрально, т. е. не содержать свободныхъ щелочей, ни неразложившагося жира и имѣть надлежащее, смотря по сорту мыла, содержаніе воды. Содержаніе неразложившагося жира дѣлаетъ мыло немылкимъ и мало пѣнистымъ и вслѣдствіе легкой порчи жира—бываетъ причиной сальнаго запаха и образованія свободныхъ кислотъ, вредно дѣйствующихъ на ткани. Присутствіе свободныхъ щелочей въ мылѣ дѣлаетъ его непригоднымъ для употребленія, такъ-какъ щелочи сообщаютъ эпидермѣ и волокнамъ тканей жесткость и хрупкость и легко разрушаютъ шерсть и измѣняютъ цвѣтъ окрашенныхъ тканей. Слишкомъ малое количество воды дѣлаетъ мыло трудно растворимымъ и трудно мылящимъ; слишкомъ большое—растворимымъ въ излишней степени и потому весьма скоро израсходуемымъ.

Вотъ для примѣра составъ нѣкоторыхъ сортовъ мылъ.

НАЗВАНІЕ МЫЛЪ.	Составныя части въ процентахъ.							
	Вода.	Жирныя кислоты.	Na_2O связанный.	Na_2O свободный.	K_2O.	Посторон. растворим. соли.	Нерастворт. тѣла и др.	SiO_2.
1) *Сальное мыло*								
Ядровое бѣлое	18,8	66,0	8,0	1,4	—	3,0	2,8	—
мраморное. . . .	14,8	72,3	8,8	0,9	—	0,8	2,4	—
Шлифованное бѣлое . . .	28,8	58,0	6,8	1,6	—	2,3	2,5	—
мраморное. . . .	35,2	47,6	6,5	2,2	—	3,5	5,0	—
2) *Оливковое* (марсельское)								
Ядровое мраморное. . . .	10,15	76,0	8,65	0,25	—	4,95		—
тоже	15,50	72,0	8,00	0,45	—	4,05		—
бѣлое	14,50	76,5	9,00	—	—	—	—	—
Шлифован. бѣлое . . .	20,35	68,40	10,24	—	—	—	—	—
мраморное . . .	23,94	67.16	7,82	—	—	1,08		—
3) *Пальмовое* (англійское)								
Ядровое бѣленое	24,8	61,2	8,0	1,70	—	1,3	3,0	—
небѣленое	19,9	65,2	8,6	1,20	—	1,8	3,3	—
Шлифован. бѣленое . . .	35,4	49,9	7,0	1,00	—	1,1	5,6	—
мраморное. . . .	40,3	45,8	6,5	—	—	0,9	6,5	—
4) *Кокосовое*								
1	73,5	22,0	4,5	—	—	—	—	—
2	36,8	46,4	6,9	2,30	—	3,3	4,40	—
5) *Эшвегерское* мраморное								
1	42,25	44,75	6,35	—	—	6,65		—
2	47,20	42,80	5,20	—	—	4,80		—
6) *Каліевое мягкое* 1 . . .	45,81[1])	42,17	—	—	6,43	5,59		—
2 . . .	50,08[1])	38,50	—	—	7,26	4,16		—
3 . . .	47,90[1])	41,90	—	—	10,2	—	—	—
4 . . .	46,50[1])	43,8	—	—	9,5	—	—	—
7) *Мыло на растворимомъ стеклѣ.*								
Пальмовое	50,4	5,50	10,7	10,7	—	—	—	33,4
Туалетное	30,0	48,0	12,0	12,0	—	—	—	10,0

[1]) Вмѣстѣ съ глицериномъ.

Мыло употребляется для удаленія нечистотъ изъ тканей и кожи, а именно—для мытья, и дѣйствіе его обусловливается главнымъ образомъ свойствомъ мыльнаго раствора легко смачивать ткани и давать съ нечистотами эмульсію или растворять ихъ. При дѣйствіи воды на мыло олеиновонатріевая соль, въ немъ содержащаяся, растворяется въ холодной и горячей водѣ безъ разложенія, и только при значительномъ разбавленіи горячей водой (200—900 ч.) въ растворѣ появляется опалесценція, обусловливающаяся выдѣленіемъ въ небольшомъ количествѣ свободной олеиновой кислоты; пальмитиново- и стеариновонатріевыя соли мыла при томъ же разбавленіи горячей водой претерпѣваютъ уже замѣтное разложеніе, при чемъ растворъ мутнѣетъ отъ образованія свободныхъ кислотъ (которыя могутъ быть извлечены, взбалтывая растворъ съ толуоломъ), а при остываніи выдѣляетъ труднорастворимую кислую соль $[(C_{2n}H^{n}{}_{-1}O_2)_2Na]$, удерживая нѣкоторое количество щелочи. Такимъ образомъ эмульсирующее и очищающее дѣйствіе мыльныхъ растворовъ нужно приписать присутствію въ нихъ олеиновонатріевой соли и натріевыхъ солей пальмитиновой и стеариновой кислотъ, находящихся въ состояніи полнаго или частичнаго распаденія (Chevreul, 1823; F. Kraft и A. Stern, 1894).

ВЗРЫВЧАТЫЯ ТѢЛА.

Взрывчатыми тѣлами называются такія тѣла, которыя при извѣстныхъ условіяхъ быстро разлагаются съ образованіемъ значительнаго количества газовъ или паровъ и съ выдѣленіемъ большаго количества тепла. Образовавшіеся сильно нагрѣтые газы стремятся занять большой объемъ, вслѣдствіе чего производятъ давленіе на окружающую среду, разрывая ее и отбрасывая части ея на большее или меньшее разстояніе. На этомъ свойствѣ взрывчатыхъ тѣлъ основано примѣненіе ихъ для огнестрѣльныхъ орудій, для взрывныхъ работъ въ горномъ и военномъ дѣлѣ, а также для производства двигательной силы.

Число извѣстныхъ взрывчатыхъ тѣлъ очень велико, и они могутъ быть (хотя не вполнѣ строго) раздѣлены на двѣ группы:

1) *Взрывчатыя смѣси*, состоящія изъ смѣси тѣлъ легко окисляемыхъ и тѣлъ легко окисляющихъ. При взрывѣ этихъ смѣсей образованіе газовъ и выдѣленіе тепла обусловливаются сжиганіемъ однихъ составныхъ частей смѣси кислородомъ другихъ, при чемъ при употребленіи для смѣси такихъ соединеній, которыя образовались съ поглощеніемъ тепла, къ теплотѣ, образующейся вслѣдствіе окисленія, присоединяется еще теплота, поглощенная тепломъ при его образованіи. Представителями взрывчатыхъ смѣсей могутъ служить смѣсь водорода или свѣтильнаго газа съ кислородомъ, смѣсь сѣры, угля и селитры (порохъ), выдѣляющая при своемъ сгораніи теплоту только вслѣдствіе окисленія, и смѣси азотноватой кислоты [тепл. образованія $(2N,40) = -3{,}9$ К.] съ сѣроуглеродомъ [тепл. образ. $(C,2S) = -28{,}7$ К.] или синеродомъ [тепл. образ. $(2C,2N) = -71$ К.], выдѣляющія при взрывѣ кромѣ того теплоту, пошедшую на образованіе составныхъ частей смѣси.

2) *Взрывчатыя соединенія* представляютъ собою опредѣленныя химическія соединенія, при взрывѣ которыхъ образуются газы и пары вслѣдствіе распаденія сложнаго тѣла на болѣе простыя и выдѣляется

тепло или вслѣдствіе окисленія элементовъ кислородомъ, содержащимся въ частицѣ того же тѣла (азотные эѳиры, нитросоединенія), или вслѣдствіе выдѣленія тепла, поглощеннаго распадающимся тѣломъ при его образованіи [хлористый азотъ (теплота образов.—38,5 К.), іодистый азотъ, сѣроуглеродъ (теплота образов.—28,7 К.)], или вслѣдствіе обѣихъ причинъ (гремучая ртуть, азотнокислый діазобензолъ—$C_6H_4N_2.NHO_3$).

Изъ многочисленныхъ взрывчатыхъ смѣсей и соединеній для практическихъ цѣлей пригодны только тѣ, которыя

1) На единицу объема даютъ при разложеніи большой объемъ газовъ и много тепла, чѣмъ удешевляется храненіе, перевозка и употребленіе взрывчатаго тѣла;

2) Не обладаютъ чрезмѣрною чувствительностью къ удару, тренію и нагрѣванію и могутъ поэтому быть перевозимы, хранимы и употребляемы безъ особенной опасности;

3) Не легко измѣняются при храненіи отъ времени и дѣйствія на нихъ воздуха и влаги;

4) Имѣютъ относительно незначительную стоимость и не требуютъ хрупкихъ и дорогихъ матеріаловъ для изготовленія сосудовъ для ихъ храненія и для изготовленія патроновъ (гильзъ).

Всего болѣе удовлетворяютъ этимъ условіямъ твердыя и жидкія взрывчатыя тѣла, между которыми обыкновенному (сѣро-угольно-селитренному) *пороху*, *нитроглицерину*, *нитроклѣтчаткѣ*, *пикриновой кислотѣ и ея солямъ* и (для запаловъ) *гремучей ртути* принадлежитъ на практикѣ преобладающее значеніе. Изъ газообразныхъ взрывчатыхъ тѣлъ практическое примѣненіе получили только смѣси свѣтильнаго или водянаго газовъ, а также углеводородовъ съ воздухомъ, употребляемыя какъ движущая сила въ такъ называемыхъ газовыхъ и керосинныхъ двигателяхъ.

Приготовленіе и свойства взрывчатыхъ тѣлъ.

Порохъ.

Изъ всѣхъ взрывчатыхъ тѣлъ порохъ (или точнѣе смѣсь изъ селитры, сѣры, угля, смолъ и т. д.) сталъ извѣстенъ ранѣе другихъ, и честь открытія его принадлежитъ Китайцамъ, которые впрочемъ примѣняли его не для огнестрѣльныхъ орудій, а для приготовленія потѣшныхъ огней. Изъ Азіи порохъ, при посредствѣ Арабовъ, перешелъ въ Восточную Римскую Имперію, и таинственный и столь грозъ-

ный „греческій огонь“ былъ ничто иное, какъ смѣсь угля, сѣры или другихъ горючихъ тѣлъ съ селитрой. Но и здѣсь названныя взрывчатыя смѣси служили не какъ метательное средство, а ими наполняли полые камни, желѣзные сосуды и т. д., которые и метали противъ непріятеля при помощи машинъ. Изъ Восточной Римской Имперіи греческій огонь перешелъ въ Западную Европу, гдѣ постепенно усовершенствовали его составъ, познали его метательныя свойства, и гдѣ приблизительно въ 1313 г. монахъ *Бертольдъ Шварцъ* (Berthold Schwarz) изъ Фрейбурга (въ Баваріи) примѣнилъ съ пользой эту метательную способность и изобрѣлъ огнестрѣльныя орудія. Въ серединѣ XIV в. порохъ сталъ извѣстенъ повсюду и примѣняемъ для стрѣльбы. Для взрывныхъ работъ его стали примѣнять со второй четверти XVII в. Въ Россіи порохъ былъ введенъ для стрѣльбы въ 1389 г. (въ послѣдній годъ княженія Димитрія Донскаго), а для взрывныхъ работъ въ XVII вѣкѣ.

Матеріалы. Порохъ какъ извѣстно состоитъ изъ смѣси селитры, сѣры и угля.

Селитра, служащая для приготовленія пороха, есть такъ называемая каліевая, которая менѣе гигроскопична натріевой.

Селитра должна быть очень чиста и не содержать посторонних примѣсей, въ особенности хлористыхъ соединеній и солей хлорной кислоты (стр. 552, 553). На пороховыхъ заводахъ во Франціи допускаютъ въ селитрѣ $^1/_{30}\%$ хлористаго натрія, въ другихъ государствахъ и того менѣе. Хлорнокаліевой соли селитра, пригодная для пороха, не должна содержать болѣе 0,02% (Panaotović, 1894). Желая обезпечить себѣ чистоту селитры, большіе пороховые заводы иногда сами себѣ ее очищаютъ [рафинируютъ, литруютъ (стр. 551)] и употребляютъ въ видѣ селитренной муки. Съ цѣлью сберечь мѣсто, необходимое для храненія, очищенную селитру иногда (на пороховыхъ заводахъ въ Англіи и Австріи) плавятъ и отливаютъ въ плитки ($35\times115\times13$ см³) вѣсомъ въ 12,5 кгр.

Для примѣра ниже приведенъ составъ селитры, предназначенной для приготовленія пороха (R. Fresenius, 1876).

Азотнокаліевая соль (KNO_3)	99,8124
Азотнонатріевая соль ($NaNO_3$)	0,0207
Азотномагніевая соль [$Mg(NO_3)_2$]	0,0093
Азотнокальціевая соль [$Ca(NO_3)_2$]	0,0006
Хлористый натрій ($NaCl$)	0,0134
Нерастворимый остатокъ	0,0210
Гигроскопическая вода	0,1226
	100,0000.

Въ Россіи до 1874 г. употребляли исключительно буртовую селитру, доставляемую малороссійскими заводчиками на Шостенскій пороховой заводъ (Черниговская губ.) въ грязномъ видѣ; тамъ ее литровали и развозили въ прочіе заводы. Съ 1874 г. стали употреблять селитру, получаемую изъ чилійской (стр. 545) и доставляемую подрядчиками въ чистомъ видѣ. Принимаемая на заводъ селитра не должна содержать болѣе 0,1% воды, 0,03% растворимыхъ посторонніхъ солей и вовсе не содержать нерастворимыхъ. Изъ растворимыхъ постороннихъ солей селитра вовсе не должна содержать солей кальція и натрія.

Сѣра, служащая для приготовленія пороха, не должна содержать болѣе 0,25% золы (для русскаго пороха не болѣе 0,1%) и вовсе не содержать сѣрной кислоты и мышьяка [1]). Лучшіе сорта черенковой сицилійской сѣры (стр. 360) удовлетворяютъ этимъ условіямъ. Если же заводъ покупаетъ комовую сѣру (стр. 359), что имѣетъ мѣсто, напр., у насъ [2]), то сѣру очищаютъ на самомъ заводѣ перегонкой и отливаютъ въ деревянныя кадочки усѣченно-коническаго вида (вмѣщ. около 16 кгр. сѣры). При медленномъ остываніи отлитой сѣры, она выкристализовывается въ видѣ призматической сѣры, которая затѣмъ превращается въ октаэдрическую и становится очень хрупкой (стр. 364). Чтобы сообщить ту же хрупкость чистой черенковой сѣрѣ ее расплавляютъ въ желѣзномъ котлѣ, фильтруютъ (если нужно) черезъ сито изъ газовой ткани, вливаютъ въ эмальированные желѣзные горшки (вмѣстимость 25 кгр.) и даютъ медленно охладиться.

Уголь всего болѣе пригодный для производства пороха есть тотъ, который всего легче воспламеняется, всего быстрѣе сгораетъ, содержитъ самое меньшее количество золы и не обладаетъ чрезмѣрной гигроскопичностью.

Въ виду этого, для приготовленія пороха служитъ исключительно древесный уголь (черный, бурый и шоколадный), который готовятъ всегда на самыхъ пороховыхъ заводахъ обугливаніемъ молодыхъ стволовъ и вѣтвей полумягкихъ и мягкихъ породъ дерева (стр. 59) при возможно низкой температурѣ (шоколадный уголь при 140—175°, бурый уголь при 280—320°, черный уголь при 350—450°), такъ-какъ при болѣе высокой температурѣ уменьшается выходъ угля, увеличивается его плотность, и уменьшается легкость воспламененія и быстрота сгоранія, какъ это показываетъ нижеслѣдующая таблица, пред-

[1]) Очищенная сѣра, употребляемая на нашихъ пороховыхъ заводахъ, не должна содержать болѣе 0,1% As.

[2]) Комовая сѣра, доставляемая на наши пороховые заводы, не должна содержать болѣе 8—10% посторонніхъ примѣсей.

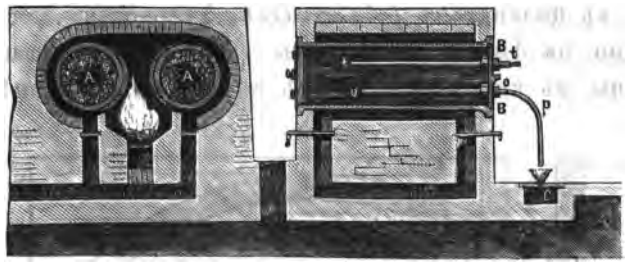
ставляющая результатъ обугливанія крушины при различныхъ температурахъ (Violette, 1848—54).

Температура обугливанія.	Удѣльный вѣсъ.	Температура воспламененія.	Процентный составъ угля.				Выручка угля изъ 100 ч. дерева высушен. при 150°.	Замѣчанія.
			C.	H.	NnO.	Зола		
150°	1,507	—	47,51	6,12	46,29	0,08	100	Дерево высушен. при 150°.
260°	1,40—1,41	340—360°	67,89	5,04	26,49	0,56	40,23	Не вполнѣ обугл. дерево.
280°			72,64	4,70	22,10	0,57	36,16	Бурый уголь
290°	4,40—1,50	360—370°	72,49	4,98	21,93	0,61	34,09	Переход. въ черный.
350°			76,64	4,14	18,44	0,61	29,66	Очень черн. для боеваго пороха
432°	1,709	400°	81,64	1,96	15,25	1,16	18,87	
1023°	1,841	600—800°	81,97	2,23	14,15	1,60	18,75	Черный и твердый.
1500°	1,869		94,57	0,74	3,84	0,66	17,31	
т. плав. Pt.	2,002	1250°	96,52	0,62	0,94	1,95	15,00	

Древесными породами всего болѣе пригодными для полученія угля, служащаго для приготовленія пороха, считаютъ—крушину (Rhamnus frangula), иву (Salix alba), ольху (Alnus glutinosa), затѣмъ липу, дикій каштанъ, орѣшникъ, виноградныя лозы и друг., иногда (Италія, Испанія) для той же цѣли употребляютъ ленъ и коноплю. Для полученія бураго призматическаго пороха въ Германіи употребляютъ солому. Дерево рубятъ весной во время движенія соковъ, чтобы облегчить снятіе коры, присутствіе которой на обугливаемомъ деревѣ вредно. Срубленное дерево, послѣ снятія коры, превращаютъ въ куски соотвѣтственной величины и просушиваютъ на воздухѣ.

Обугливаніе дерева (*выжиганіе угля*) ведутъ въ кострахъ, ямахъ, костровыхъ печахъ, котлахъ и ретортахъ (стр. 99—111). Обугливаніе въ кострахъ и ямахъ теперь совсѣмъ оставлено, такъ-какъ при этихъ способахъ обугливанія трудно избѣжать примѣси къ углю песчинокъ, присутствіе которыхъ при дальнѣйшемъ ходѣ фабрикаціи пороха можетъ вызвать образованіе искры и причинять взрывы. Обугливаніе въ костровыхъ печахъ примѣняется въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, но оно, не давая однороднаго угля, требуетъ значительной затраты на топливо. Обугливаніе въ желѣзныхъ котлахъ (діаметръ 1,25 м., глубина 0,95—1,25 м.), вкопанныхъ въ землю почти до верхнихъ краевъ, примѣняется на небольшихъ заводахъ. Обугливаніе въ ретортахъ (цилиндрахъ),

впервые введенное въ Англіи (Landloff, 1797), примѣняютъ въ настоящее время на всѣхъ большихъ заводахъ. Нагрѣваніе ретортъ производятъ или голымъ огнемъ (почти всегда), или перегрѣтымъ паромъ (рѣдко). Фиг. 237 представляетъ одну изъ простѣйшихъ ретортныхъ

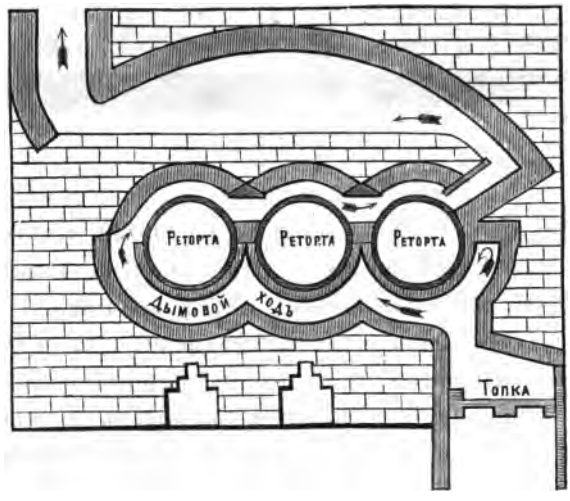


Фиг. 237.

печей перваго типа. Реторты (цилиндры) изъ котельнаго желѣза *AA* (длин. 2,0 м., діаметръ 0,67 м., толщ. стѣн. 0,025 м.) вставлены (числомъ 24) въ нагрѣвательное пространство печи такимъ образомъ, что каждыя двѣ изъ нихъ нагрѣваются отдѣльной топкой. Для предохраненія ретортъ отъ прямаго дѣйствія пламени, ихъ обмазываютъ съ соотвѣтственныхъ сторонъ глиной. Концы ретортъ закрываютъ плотно примазанными крышками, черезъ одну изъ которыхъ (*B*) проходятъ четыре трубы—одна (*p*) для отвода летучихъ продуктовъ перегонки и другія три (*t*)—для помѣщенія обугливаемаго матеріала съ цѣлью отбиранія пробъ для опредѣленія хода и окончанія обугливанія. Нагрѣваніе каждаго цилиндра можетъ быть управляемо при помощи задвижекъ въ дымовыхъ ходахъ. Цилиндры нагружаютъ обугливаемымъ деревомъ весьма тщательно, укладывая полѣнья или прутья одинаковыхъ размѣровъ правильными рядами и оставляя части ретортъ, лежащія въ обмуровкѣ (и потому слабо нагрѣваемыя), пустыми. Когда нагрузка кончена, закрываютъ крышку, замазываютъ глиной или другою огнеупорной замазкой щели и разводятъ огонь въ топкахъ, повышая медленно температуру и доводя ее до требуемаго предѣла. Когда обугливаніе кончено (что узнаютъ по вынимаемымъ пробамъ, по виду отходящихъ летучихъ продуктовъ сухой перегонки, температурѣ отводящей трубы и т. д.), прекращаютъ нагрѣваніе и даютъ печи охладиться. Затѣмъ открываютъ реторты и выгребаютъ уголь въ цилиндры изъ черной жести, снабженные крышками (*тушильники*), гдѣ уголь вполнѣ остываетъ безъ доступа воздуха, а реторта снова нагружается деревомъ.

При описанномъ способѣ обугливанія теряется много времени и тепла во время охлажденія печи послѣ обугливанія Для устраненія

этого неудобства употребляютъ или подвижныя реторты, вдвигаемыя въ нагрѣвательное пространство печи уже нагруженными обугливаемымъ деревомъ и выдвигаемыя изъ печи послѣ обугливанія (въ Шпандау), или (что удобнѣе и проще) производятъ обугливаніе въ чугунныхъ ретортахъ, помѣщая въ нихъ обугливаемое дерево не непосредственно, а въ цилиндрахъ *(оболочкахъ)*. Устройство послѣдняго рода представлено на фиг. 238. Реторты (длина 1,06 м., діаметръ 0,52 м.), расположены въ кирпичной кладкѣ по три вмѣстѣ; онѣ отлиты изъ

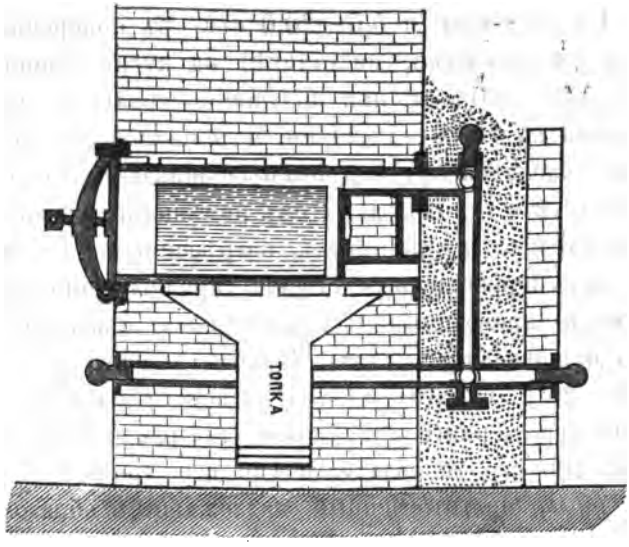


Фиг. 238.

чугуна и имѣютъ каждая по двѣ трубки, выходящія изъ задняго конца ихъ. Послѣ установки реторты нижняя трубка закладывается кирпичемъ, и пользуются только верхнею для отвода летучихъ продуктовъ сухой перегонки въ топку; нижняя же трубка играетъ роль запасной и употребляется только въ томъ случаѣ, когда цилиндръ будетъ перевернутъ на полъ оборота съ перекладкой кирпичной обмуровки. Передній конецъ реторты, черезъ который помѣщаютъ оболочку съ обугливаемымъ деревомъ и вынимаютъ ее же съ готовымъ углемъ, закрывается желѣзною крышкой, нажимаемою винтомъ. Оболочки (длин. 0,8 м., діам. 0,44 м.), сдѣланныя изъ листоваго желѣза и снабженныя ручками для облегченія вынимания, подвозятъ на телѣжкѣ прямо передъ отверстія ретортъ и вдвигаютъ въ послѣднія. Когда обугливаніе окончено, крышки ретортъ открываютъ, оболочки вынимаютъ посредствомъ цѣпи съ блоками и опускаютъ въ большіе желѣзные *тушильники*, имѣющіе плотно пригнанныя крышки, въ которыхъ оболочки съ углемъ остаются $^1/_2$ дня, послѣ чего уголь перекладыва-

ютъ въ *холодильники*—большіе цилиндрическіе сосуды изъ листоваго желѣза, снабженные крышками, и отправляютъ въ магазинъ для храненія.

Съ цѣлью достигнуть большей однородности приготовляемаго угля (въ особенности бураго и шоколаднаго) обугливаніе производятъ, помѣщая обугливаемый матеріалъ въ реторты въ оболочкахъ, которыя во время обугливанія или поворачиваютъ въ ретортахъ черезъ опредѣленные промежутки времени, или приводятъ въ непрерывное медленное (6—7 обор. въ минуту) вращеніе.



Фиг. 239.

При постепенности въ нагрѣваніи, поддержаніи надлежащей температуры и быстромъ удаленіи продуктовъ сухой перегонки, обугливаніе въ ретортахъ, нагрѣваемыхъ голымъ огнемъ, даетъ уголь достаточно однородный, въ особенности при употребленіи ретортъ небольшихъ размѣровъ или съ вращающимися оболочками. Тѣмъ не менѣе, при соблюденіи даже всѣхъ указанныхъ условій, одновременно съ углемъ требуемыхъ качествъ, получается большее или меньшее количество недожженнаго угля и глянцевитаго угля (стр. 750), который приходится отбирать (сортировка, переборка угля).

Вполнѣ однородный продуктъ можетъ быть полученъ при обугливаніи въ ретортахъ, нагрѣваемыхъ паромъ (Violette, 1847; H. Welti, 1873). Способъ этотъ даетъ уголь очень однородныхъ качествъ и увеличиваетъ выходъ бураго угля; но такъ какъ онъ не увеличиваетъ выхода чернаго угля и обходится значительно дороже обугливанія въ цилиндрахъ, нагрѣваемыхъ голымъ огнемъ, то способъ обугливанія пе-

перегрѣтымъ паромъ не получилъ широкаго примѣненія и въ настоящее время нигдѣ не употребляется. Только солому, служащую для полученія бураго угля для приготовленія бураго призматическаго пороха, обугливаютъ перегрѣтымъ паромъ. Солому рѣжутъ на кусочки, отдѣляютъ отъ узловъ, помѣщаютъ въ желѣзные парники, въ которые впускаютъ перегрѣтый паръ. Перегрѣтый паръ удаляетъ изъ соломы экстрактивныя тѣла и одновременно обугливаетъ ее, превращая въ продуктъ шоколаднобураго цвѣта.

У насъ въ Россіи уголь для пороха готовятъ изъ ольхи, которая доставляется на заводы очищенною отъ коры и распиленною на дрова около 1,4 м. длины и 5,0—20,0 стм. въ поперечникѣ. Дрова распиливаютъ (механически, на станкѣ) на куски длиной 38 см. и толщиной въ 2,54—5,08 см. при полученіи чернаго и бураго угля и на куски длиной въ 12,70—15,24 см. и толщиной въ 2,54—3,81 см. при полученіи шоколаднаго угля. Дрова просушиваютъ два года—годъ на открытомъ воздухѣ и годъ въ закрытомъ помѣщеніи. Обжиганіе производятъ исключительно въ ретортахъ, нагрѣваемыхъ голымъ огнемъ, помѣщая въ нихъ дерево непосредственно (при полученіи чернаго угля), или въ оболочки, приводимыя въ вращательное движеніе (при полученіи бураго и шоколаднаго угля). Выходы чернаго угля на нашихъ заводахъ—23—26%, бураго—33—37%, шоколаднаго 67—70%. Для полученія 100 кгр. чернаго или бураго угля расходуется 160 кгр., а для полученія 100 кгр. шоколаднаго 136 кгр. дровъ.

Черный уголь, приготовленный надлежащимъ образомъ, имѣетъ черно-синеватый цвѣтъ; изломъ его представляетъ чистую бархатистую поверхность; онъ легокъ, звонокъ при ударѣ о твердую поверхность и легко размалывается; горитъ безъ пламени и почти совершенно не растворимъ въ водномъ растворѣ ѣдкаго кали. Слабо обожженный уголь узнается по рыжеватому цвѣту, пережженный—по его твердости и плотности.

Бурый уголь имѣетъ рыжевато-бурый цвѣтъ, менѣе плотенъ, загорается легче и труднѣе измельчается чернаго, жиренъ на ощупь, бархатистаго вида, отчасти растворяется въ водномъ растворѣ ѣдкаго кали, окрашивая послѣдній въ бурый цвѣтъ. Выходъ бураго угля больше чернаго; но за то онъ значительно болѣе гигроскопиченъ чернаго, а потому порохъ, приготовленный съ бурымъ углемъ, требуетъ герметической укупорки для предохраненія его отъ сырости.

Шоколадный уголь, какъ продуктъ еще болѣе слабой степени обугливанія, нежели бурый уголь, еще рѣзче обладаетъ свойствами, присущими бурому углю. Онъ значительно труднѣе измельчается, нежели бурый уголь, и очень гигроскопиченъ.

Вотъ для примѣра составъ углей, употребляемыхъ для приготовленія пороха:

НАЗВАНІЕ УГЛЯ.	Удѣльный вѣсъ.	Процентный составъ угля.			
		C.	H.	O и N.	Зола.
Уголь черный, изъ крушины, Дрезденскаго пороховаго завода (сред. составъ по H. Kahl'y, 1857)	—	87,96	2,64	7,82	1,58
Уголь черный изъ орѣшника (H. Welti, 1873), отъ	—	70,19	3,16	13,23	1,78
до	—	80,94	4,51	23,52	2,67
Уголь черный, полученный на англійскомъ пороховомъ заводѣ Ультамъ-Абби изъ ольхи	1,37	87,01	2,97	8,78	1,24
ивы	1,39	85,82	2,88	9,28	2,02
крушины	1,30	88,28	3,28	11,21	1,71
Ольховый уголь, употребляемый на русскихъ пороховыхъ заводахъ черный .	—	80,85	—	—	—
бурый . . .	—	70,75	—	—	—
шоколадный .	—	52,54	—	—	—

Въ Западной Европѣ для приготовленія пороха употребляютъ главнымъ образомъ черный уголь. У насъ черный уголь идетъ на фабрикацію крупно-зернистаго пороха, снарядная́го (артиллерійскаго) и (прежде) чернаго призматическаго, бурый уголь—для фабрикаціи ружейнаго пороха, а шоколадный для бураго (шоколаднаго) призматическаго пороха.

Отношенія, въ которыхъ селитру, сѣру и уголь смѣшиваютъ для полученія пороха, различны. Вообще говоря, всякая смѣсь названныхъ матеріаловъ есть смѣсь взрывчатая, но только смѣси, при сожиганіи которыхъ происходитъ полное разложеніе селитры и полное сгораніе угля, можно считать порохомъ въ тѣсномъ смыслѣ слова. Изъ многочисленныхъ смѣсей, удовлетворяющихъ этому условію, самая производительная по теоріи та, которая содержитъ на 16 частицъ азотнокаліевой соли 22 атома *углерода* и 8 атомовъ сѣры ($16KNO_3+22C+8S$ [1]), тѣмъ не менѣе на практикѣ употребляютъ смѣси, найденныя эмпирически и болѣе или менѣе уклоняющіяся отъ указанной теоретической.

Вотъ для примѣра отношенія, въ которыхъ берутъ матеріалы для приготовленія нѣкоторыхъ сортовъ пороха:

Порохъ для ружей.

Австрійскій, американскій, англійскій, французскій	Селитра.	Сѣра.	Уголь черный.	
Германскій	74	10	16	
Русскій (прежн. образца)	75	10	15	
(новаго образца)	77	15	8	(бурый уголь)

[1]) Въ 100 ч.: KNO_3=75,66, C=12,36; S=11,98 (Debus).

Порохъ для орудій (артиллерійскій).	Селитра.	Сѣра.	Уголь черный.
Англійскій, русскій, французскій . .	75	10	15
Австрійскій, германскій	74	10	16
Порохъ для охоты.			
Германскій, французскій	78,00	10,00	12,00
Австрійскій	75,95	9,43	14,62
Русскій	77,00	15,00	8,00 (уголь бурый)
Порохъ для взрывчатыхъ работъ (минный).			
Австрійскій	60,19	18,45	21,36
Англійскій	75,00	10,00	15,00
Французскій	72,00	13,00	15,00
Русскій	66,60	16,70	16,70

Какъ видно изъ приведенной таблицы, порохъ для ружей и пушекъ содержитъ менѣе селитры, чѣмъ порохъ охотничій, что увеличиваетъ воспламеняемость послѣдняго; порохъ же для взрывныхъ работъ содержитъ менѣе селитры и болѣе сѣры и угля, что уменьшаетъ быстроту его сгоранія, увеличиваетъ количество образующихся газовъ и уменьшаетъ его стоимость. Въ послѣднее время, впрочемъ, стали увеличивать содержаніе селитры и въ порохѣ для взрывныхъ работъ и регулировать быстроту сгоранія пороха измѣненіемъ его плотности и величины зернъ.

Приготовленіе пороха. Главная задача при приготовленіи пороха состоитъ въ надлежащемъ измельченіи и смѣшенія составныхъ частей пороха и затѣмъ въ уплотненіи полученной смѣси, такъ какъ отъ возможнаго совершеннаго выполненія этихъ работъ зависитъ однородность, а слѣдовательно и доброкачественность полученнаго продукта.

Въ прежнее время измельченіе, смѣшеніе и уплотненіе пороховой смѣси производили въ одинъ пріемъ, измельчая сѣру, селитру и уголь, одновременно въ требуемыхъ количествахъ или въ толчеяхъ, или подъ бѣгунами, смачивая смѣсь водою.

Такъ какъ подобный способъ работы не давалъ однородной смѣси и нерѣдко влекъ за собою взрывы, то въ настоящее время (согласно предложенію Desparcieur, 1763 г., впервые примѣненному во Франціи въ 1794 г.) названныя работы отдѣляютъ другъ отъ друга или вполнѣ, или по крайней мѣрѣ отчасти.

Измельченіе матеріаловъ распадается на крупное (предварительное) и мелкое (окончательное). Селитра, полученная въ видѣ муки, предварительнаго измельченія не требуетъ, и для отдѣленія случайныхъ примѣсей ее просѣваютъ черезъ сито (съ отверстіями въ 5 мм.); сѣра, полученная въ кускахъ (стр. 801), на столько хрупка, что ее легко раздробить во время смѣшенія съ углемъ. Уголь требуетъ предварительнаго измельченія, которое производятъ или подъ

бѣгунами, или въ приборахъ сходныхъ съ кофейною мельницею, или на эксцельсіорѣ [1]) и затѣмъ просѣеваютъ черезъ сита.

Окончательное измельченіе матеріаловъ производятъ или каждаго матеріала отдѣльно, или (чаще) въ видѣ *двойныхъ смѣсей*, т. е. измельчаютъ сѣру и селитру или уголь и селитру вмѣстѣ, а уголь или сѣру отдѣльно и затѣмъ смѣшиваютъ ихъ вмѣстѣ для полученія тройной смѣси. Для этого окончательнаго измельченія служатъ: толчеи, бѣгуны и бочки.

Толчеи имѣютъ (стр. 196) деревянныя ступы и деревянные песты, снабженные бронзовыми башмаками [2]). Ступы и песты дѣлаютъ изъ твердаго и тяжелаго дерева (кленъ, букъ). Ихъ въ настоящее время рѣдко употребляютъ на пороховыхъ заводахъ.

Бѣгуны (стр. 195), изготовляютъ изъ вонючаго известняка, мрамора и (всего лучше) изъ чугуна и бронзы. Вертикальные жернова имѣютъ діаметръ 1,9—2,6 м. и вѣсятъ обыкновенно 2500—5500 кгр.; хотя встрѣчаются и жернова, вѣсящіе до 50000 кгр.

При употребленіи толчей и бѣгуновъ, измельчаемые матеріалы смачиваютъ во время измельченія водой, чтобы устранить образованіе пыли и нагрѣваніе.

Бочки, принадлежащія къ типу ядровыхъ мельницъ (стр. 738), представляютъ вращающіеся барабаны различной величины (напр. длина 1,03, діаметръ 1,12 м.), сдѣланныя или изъ желѣза не покрытаго или покрытаго извнутри подошвенной кожей, или же изъ подошвенной кожи, натянутой на деревянный каркасъ. Внутри барабана укрѣплены планки (ребра). Въ барабанъ черезъ отверстіе, закрываемое крышкой, помѣщаютъ вмѣстѣ съ измельчаемымъ матеріаломъ опредѣленный вѣсъ бронзовыхъ шаровъ (діам. 4—13 мм.) и приводятъ ихъ въ болѣе или менѣе (10—30 оборот. въ минуту) быстрое вращеніе, при чемъ происходитъ измельченіе матеріала. Когда измельченіе окончено, замѣняютъ крышку барабана латунной сѣткой и поворачиваютъ барабанъ отверстіемъ внизъ, при чемъ (при качательномъ движеніи барабана) измельченный матеріалъ проваливается черезъ сѣтку, а бронзовые шары остаются въ барабанѣ. Для избѣжанія распыливанія, барабанъ окружаютъ кожухомъ. Матеріалы послѣ измельченія просѣеваютъ.

Смѣшеніе измельченныхъ матеріаловъ для образованія тройной смѣси производятъ или въ бочкахъ или подъ бѣгунами, при чемъ

[1]) Эксцельсіоръ состоитъ изъ двухъ горизонтальныхъ зубчатыхъ валиковъ (родъ ломательной машины, стр. 744), между которыми уголь крупно измельчается, и двухъ вертикальныхъ круглыхъ дисковъ, внутренняя поверхность которыхъ снабжена зубьями, между которыми происходитъ дальнѣйшее измельченіе угля при вращеніи дисковъ.

[2]) Составъ бронзы колеблется между 80—82% мѣди и 20—18% олова.

въ этомъ послѣднемъ случаѣ происходитъ и нѣкоторое уплотненіе смѣси.

Бочки, употребляемыя для этой цѣли, изготовляются (для устраненія взрыва), не изъ желѣза, а состоятъ изъ днищъ, сдѣланныхъ изъ деревянныхъ рамъ, обтянутыхъ кожей. Между днами укрѣплены попарно бруски, между которыми натянута подошвенная кожа, образующая такимъ образомъ боковыя стѣнки бочки; внутренніе бруски округлены. Діаметръ цилиндра 2,13 метр., длина 0,61 м. Въ цилиндръ помѣщаютъ около 82 кгр. состава и около 114,8 кгр. деревянныхъ шаровъ (діаметръ 25—50 мм.) и приводятъ цилиндръ въ вращательное движеніе (10 оборотовъ въ минуту).

При образованіи тройной смѣси подъ бѣгунами, закладку смѣшиваютъ отъ руки въ мѣдной чашкѣ, смачиваютъ водой (5% по вѣсу смѣси), протираютъ черезъ проволочное сито (для удаленія могущихъ попасть случайныхъ постороннихъ тѣлъ), разсыпаютъ ровнымъ слоемъ по лежню, пускаютъ бѣгуны въ ходъ (2 обор. въ минуту) и отъ времени до времени смачиваютъ составъ водой (для вознагражденія испаряющейся воды) съ такимъ разсчетомъ, чтобы полученный послѣ надлежащаго смѣшенія составъ содержалъ около 3—5% воды.

Обработка подъ бѣгунами считается лучшимъ средствомъ для измельченія и смѣшенія пороховаго состава, но она обходится дорого, хлопотлива и опасна (въ виду возможности взрыва). Вслѣдствіе этого, съ цѣлью уменьшить расходы и время обработки смѣси подъ бѣгунами, примѣняется (между прочимъ и у насъ) *бочечно-бѣгунный* способъ обработки тройной смѣси, при которомъ смѣсь, хорошо обработанная въ кожаной бочкѣ, только для окончательнаго смѣшенія и нѣкотораго уплотненія обрабатывается подъ бѣгунами короткое время ($1^1/_2$—2 ч.).

Уплотненіе смѣси (состава), впервые примѣненное въ Англіи въ 1784 г., производятъ или въ ручныхъ винтовыхъ прессахъ (на маленькихъ заводахъ), или въ гидравлическихъ прессахъ (всего лучше) или въ вальцовыхъ мельницахъ (всего легче, хотя менѣе совершенно, а потому теперь весьма рѣдко). Передъ уплотненіемъ, составъ, приготовленный въ бочкахъ, равномѣрно смачиваютъ водой (8—10%, иногда всего 3%), а приготовленный подъ бѣгунами измельчаютъ въ порошокъ. Смачиваніе производятъ въ четыреугольныхъ ящикахъ, помѣщая въ нихъ составъ (25—50 кгр.) ровнымъ слоемъ и обрызгивая его чистой водой изъ брызгалки. Измельченіе бѣгуннаго состава производятъ пропуская послѣдній между двумя парами деревянныхъ или бронзовыхъ желобчатыхъ валиковъ или обрабатывая его въ аппаратахъ, имѣющихъ въ общемъ устройство сходное съ грохотами, употребляемыми при зерненіи пороха (см. ниже).

Гидравлическіе прессы, употребляемые для уплотненія пороховаго состава, принадлежатъ къ типу вертикальныхъ гидравлическихъ прессовъ (стр. 201), и самое уплотненіе производятъ слѣдующимъ образомъ: На дно деревяннаго плоскаго ящика, поставленнаго на телѣжку, кладутъ цинковый или (у насъ) каучуковый листъ (50—70 кв. см., толщиной 1 см), накладываютъ деревянную раму (толщиной 1—1,3, см.) и внутрь рамы насыпаютъ составъ, при чемъ излишекъ сгребаютъ деревянной линейкой; затѣмъ раму снимаютъ и на насыпанный слой накладываютъ другой листъ и насыпаютъ второй слой состава и т. д. Когда на телѣжку положено нѣсколько (примѣрно 20—40) слоевъ состава, тогда по рельсамъ передвигаютъ ее на площадку ныряла гидравлическаго пресса. При медленномъ поднятіи ныряла составъ прессуется, прижимаясь къ соотвѣтственному упору, образующему лобъ пресса. Степень сжатія (кромѣ показанія манометра) опредѣляется уменьшеніемъ высоты прессуемаго заряда, и прессованіе оканчиваютъ, когда толщина слоевъ уменьшится приблизительно на $^1/_3$—$^1/_2$ противъ первоначальной. Давленіе доводятъ обыкновенно до 25—30 кгр. на каждый квадр. см. поверхности листа и получаютъ лепешку съ у. в. 1,7—1,8. Вмѣсто цинковыхъ или каучуковыхъ листовъ употребляютъ при прессованіи пороховаго состава въ гидравлическихъ прессахъ бронзовые листы съ холщевыми платками, покрывающими слои состава сверху и снизу. Послѣ прессованія вынутыя лепешки обрѣзываютъ по краямъ, такъ какъ края лепешки менѣе плотны, чѣмъ середина.

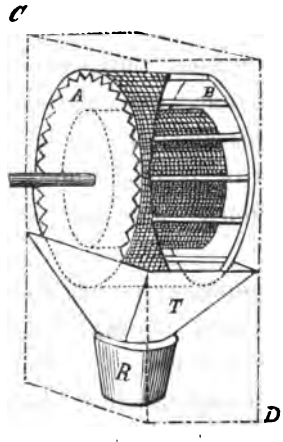
Вальцъ-прессы, служащіе для уплотненія пороховой смѣси, состоятъ изъ трехъ вращающихся, другъ надъ другомъ поставленныхъ цилиндровъ, изъ которыхъ нижній лежитъ неподвижно въ своихъ гнѣздахъ, два же верхніе могутъ передвигаться вверхъ и внизъ. Нижній бронзовой цилиндръ приводится въ движеніе ($^1/_2$ оборота въ минуту) механической силой и передаетъ это движеніе среднему, а этотъ—верхнему цилиндру вслѣдствіе тренія, обусловленнаго давленіемъ опредѣленнаго груза на верхній цилиндръ. Верхній цилиндръ бронзовый, средній—деревянный или папковый [1]). Пороховой составъ изъ воронки попадаетъ на безконечное полотно изъ грубой парусины и на немъ проходитъ между верхнимъ и среднимъ ци-

[1]) Папковый цилиндръ готовятъ слѣдующимъ образомъ: на четырехъ-гранный желѣзный стержень надѣваютъ кружки изъ непроклеенной бумаги, снабженные пятью отверстіями, изъ которыхъ одно по серединѣ, а четыре на половинѣ четырехъ перпендикулярныхъ радіусовъ, и сдавливаютъ насаженные кружки гидравлическимъ прессомъ. Черезъ 4 цилиндрическихъ канала въ полученномъ такимъ образомъ цилиндрѣ пропускаютъ 4 желѣзныхъ болта, на концы которыхъ насовываютъ два прямыхъ желѣзныхъ диска и стягиваютъ ихъ гайками; затѣмъ цилиндръ обтягиваютъ на токарномъ станкѣ и полируютъ.

линдрами, здѣсь уплотняется и въ видѣ пластинокъ выходитъ изъ прибора.

Зерненіе пороха. Полученныя тѣмъ или другимъ путемъ плоскія пороховыя лепешки разбиваютъ деревянными колотушками на куски величиною въ кисть руки человѣка и подвергаютъ *зерненію*, имѣющему цѣлью облегчить употребленіе пороха, препятствовать нарушенію его однородности во время его перевозки и храненія, а также уменьшить его гигроскопичность. Зерненіе пороха, извѣстное уже съ 15 столѣтія и получившее всеобщее примѣненіе въ 17 столѣтіи, производятъ въ настоящее время различными способами, смотря по плотности лепешки и величинѣ зерна, которое желаютъ получить.

а) *Зерненіе въ бочкахъ Мори* (Morey) употребляется (во Франціи, Австріи) для зерненія лепешекъ неплотныхъ (до уд. в. 1,65—1,66) и довольно влажныхъ (5% воды). Бочка Мори (фиг. 240) состоитъ изъ двухъ деревянныхъ кружковъ (доньевъ) *A* и *B*, соединенныхъ поперечинами и насаженныхъ на горизонтальную ось, приводимую въ вращательное движеніе со скоростью 30 оборотовъ въ минуту. Боковыя стѣнки бочки образованы изъ двухъ концентрическихъ металлическихъ сѣтокъ, расположенныхъ на нѣкоторомъ разстояніи одна отъ другой и прикрѣпленныхъ къ деревянному остову посредствомъ петель, такъ-что сѣтки могутъ быть снимаемы для чистки и замѣны. Внутренняя сѣтка имѣетъ отверстія болѣе значительныя, нежели допускаемый наибольшій размѣръ зеренъ. Составъ, закладываемый внутрь бочки черезъ отверстіе въ одномъ изъ доньевъ, раздробляется ударами 50—60 деревянныхъ шаровъ діаметромъ 50 мм. Смѣсь зеренъ надлежащей величины и слишкомъ малыхъ падаетъ въ сито *T* и оттуда въ пріемникъ *R*. Бочка окружена кожухомъ *CD*. Бочка даетъ зерна почти сферическія и раздробляетъ въ часъ 200—250 кгр. лепешекъ плотности 1,65, съ выходомъ около 50% годнаго зерна.

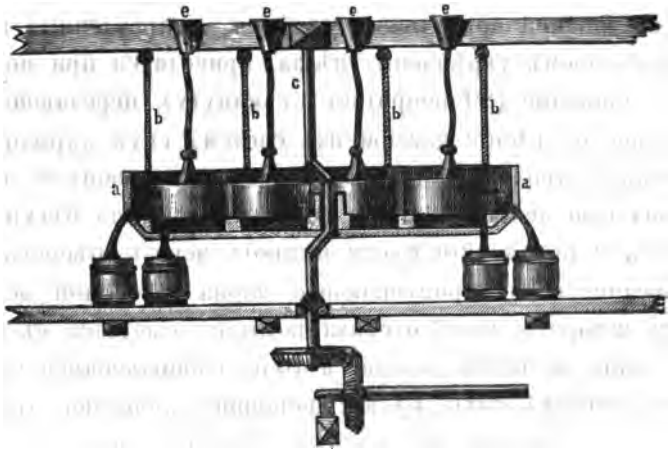


Фиг. 240.

b) *Зерненіе въ грохотахъ.* Способъ этотъ, извѣстный ранѣе другихъ и до сихъ поръ часто примѣняемый, состоитъ въ томъ, что въ грохотъ (сито), снабженный соотвѣтственными отверстіями, помѣщаютъ разбитую на крупные куски лепешку вмѣстѣ съ шарами или деревянной шай-

бой (*бѣгунъ*) и приводятъ грохотъ въ соотвѣтственное движеніе, при чемъ куски лепешки раздробляются на болѣе мелкіе, и пороховыя зерна проваливаются черезъ отверстія грохота и очищаются затѣмъ отъ мелочи.

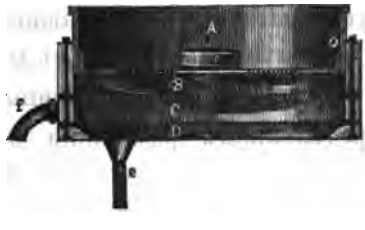
Самый простой приборъ подобнаго рода *(крутильня)* состоитъ изъ прямоугольной рамы, качающейся на мотыляхъ, при чемъ, вмѣстѣ съ движеніемъ взадъ и впередъ, рама нѣсколько подымается и опускается. На раму поставлены грохота съ кожаными (скоро портятся и величина отверстій измѣняется), деревянными (изъ твердаго дерева, съ отверстіями расширяющимися внизу) или металлическими (изъ ме-



Фиг. 241.

таллической сѣтки, лучше съ пробитыми отверстіями, такъ-какъ въ сѣткѣ отверстія при употребленіи становятся неравномѣрной величины) днами, въ которыя вмѣстѣ съ лепешкой закладываютъ для дробленія шары металлическіе или изъ твердаго и плотнаго дерева.

Болѣе сложный аппаратъ для зерненія того же типа (зернилка



Фиг. 242.

Фиг. 243.

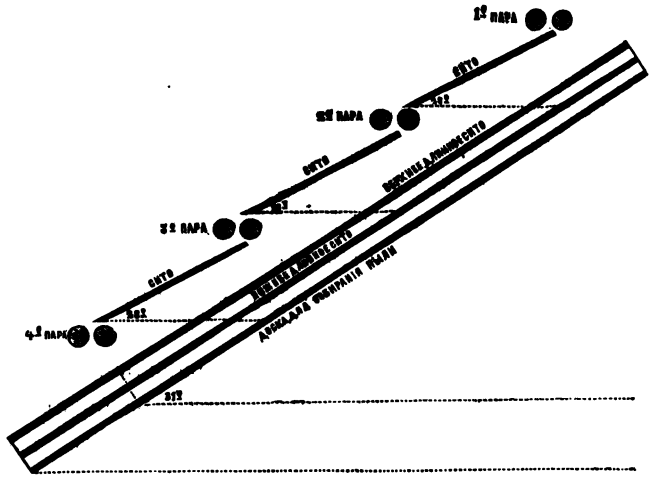
Lefèbvre) представленъ на фиг. 241. Главную составную часть его образуютъ опредѣленное число (8—12) системъ ситъ (гнѣздъ), укрѣ-

пленныхъ въ ящикѣ *a a* (діаметръ 2,5 м.), подвѣшенномъ горизонтально къ потолку. Каждое гнѣздо состоитъ (фиг. 242) изъ деревянной подставки, въ которую вставлено три сита. Верхнее, сдѣланное изъ латуни, имѣетъ крупныя отверстія (5 см.) и кромѣ того (фиг. 243) два большія отверстія по бокамъ (*a a*), отъ которыхъ идетъ мѣдный косой желобокъ (*b*), почти до дна средняго сита; среднее сито сдѣлано изъ проволочной ткани съ отверстіями, соотвѣтствующими требуемому размѣру зеренъ; нижнее сито есть обыкновенное мелкое волосяное сито, оно задерживаетъ пороховыя зерна, пропуская пыль въ самое нижнее отдѣленіе системы. Въ верхнемъ ситѣ помѣщенъ бѣгунъ изъ бука, отяжеленный свинцомъ (вѣсомъ 3 кгр.) и имѣющій на нижней поверхности насѣчки, направленныя къ центру. Ящикъ, на которомъ укрѣплены гнѣзда, приводится при помощи кривошипа въ движеніе (80 оборотовъ въ минуту), передающееся гнѣздамъ. Верхнее отдѣленіе каждой изъ системъ ситъ закрыто крышкой, черезъ которую проходитъ трубка, приводящая разбитую на крупные куски пороховую лепешку. Подъ вліяніемъ дѣйствія бѣгуна лепешки разбиваются, и полученные куски падаютъ черезъ отверстія верхняго сита на среднее сито, пропускающее зерна требуемой величины на нижнее, съ котораго, послѣ отсѣиванія пыли, отводятся въ деревянныя бочки; въ такія же бочки отводится пыль, собирающаяся въ нижнихъ отдѣленіяхъ системъ ситъ. Куски, попавшіе въ среднее отдѣленіе системы ситъ и не могущіе пройти сквозь отверстія средняго сита, дѣйствіемъ центробѣжной силы возвращаются по мѣдному желобку на верхнее сито, гдѣ вновь измельчаются. Аппаратъ Лефебра даетъ зерна пластинчатой формы въ количествѣ до 45% по вѣсу разбиваемой лепешки; онъ примѣняется (во Франціи, Бельгіи, Австріи) для приготовленія ружейнаго пороха.

с) *Зерненіе при помощи цилиндровъ* (способъ *Конгрева*, 1819). Аппаратъ, примѣняемый при этомъ способѣ зерненія, представленъ схематически на фиг. 244 и состоитъ изъ четырехъ зубчатыхъ вальковъ изъ бронзы [1]), установленныхъ въ наклонной плоскости одна пара выше другой. Эти валки утверждены въ двухъ прочныхъ буковыхъ рамахъ, которыя составляютъ устои машины. Каждая пара вальковъ укрѣплена на опредѣленномъ разстояніи отъ другой

[1]) Бронзовые валки съ пирамидальными зубьями употребляются всего чаще, но на нѣкоторыхъ заводахъ употребляютъ и гладкіе валки изъ буковаго дерева; устраиваютъ также машины, въ которыхъ первыя пары вальковъ бронзовыя, а послѣдняя—гладкая деревянная.

пары при помощи винтовъ; но задній валикъ въ каждой парѣ вращается въ подвижномъ подшипникѣ, который нажимается къ другому вальку помощью рычага съ грузомъ, такъ-что первый валекъ можетъ отходить отъ втораго, давая возможность проходить между вальками



Фиг. 244.

излишнему количеству состава безъ поврежденія машины и не причиняя взрыва. Двѣ верхнія пары вальковъ имѣютъ болѣе крупныя зубья, нежели нижнія. Отъ нижней части трехъ верхнихъ паръ вальковъ къ верхней части слѣдующихъ за ними паръ установлены прямоугольныя сита, для провода кусковъ состава, не подвергшихся надлежащему раздробленію, отъ одной пары вальковъ въ другую смежную пару. Подъ всею установкой находится длинная прямоугольная рама, поддерживающая два длинныя сита, служащія для надлежащаго раздѣленія зернъ, а подъ ситами находится доска, назначенная для удержанія пыли и провода ея въ подставленные сосуды. Короткія сита и длинная рама приводятся въ сотрясательное движеніе при помощи передаточныхъ механизмовъ. Размѣръ зубьевъ вальковъ и величина петель сортировочныхъ рѣшетъ сообразуются съ величиной зеренъ, которыя желаютъ придать пороху. Прессовая лепешка, разбитая на крупные куски, помѣщается въ ящикъ, расположенный у задней части аппарата (возлѣ самой верхней пары вальковъ), и приводится подъ вальки при помощи безконечнаго полотна. Приборъ дѣйствуетъ автоматически, не требуетъ надзора во время работы и даетъ до 60—65% зерненаго пороха, форма котораго угловатая, близкая съ сферической.

d) *Зерненіе другими способами.* Зерненіе въ бочкѣ и грохотахъ примѣнимо только для полученія мелкозернистаго пороха, зерненіе же въ приборѣ Конгрева можетъ служить также для полученія *крупнозер-*

нистаго пороха (гальковаго, pebble powder) съ неправильными зернами и для этой цѣли примѣняется въ Англіи и Россіи [1]).

Во Франціи для полученія пороха въ *неправильныхъ* плоскихъ большихъ *зернахъ* (толщина 6,5—8 мм., длина и ширина 13—16 мм.) зерненіе производятъ при помощи *ручныхъ деревянныхъ квадратныхъ колотушекъ*, нижняя поверхность которыхъ усажена бронзовыми заостренными шпильками, расположенными въ шахматномъ порядкѣ. Лепешки, грубо раздробленныя, помѣщаютъ на столъ изъ твердаго дерева съ отверстіями, расширяющимися книзу и расположенными въ шахматномъ порядкѣ. Рабочіе раздробляютъ лепешку ударами колотушки, двигая ее потомъ къ себѣ послѣ удара, чтобъ заставить зерна (и пыль) пройти черезъ отверстія стола.

Для полученія пороха въ *большихъ правильныхъ зернахъ* примѣняютъ различныя способы.

1) Лепешки сперва разрѣзываютъ на правильныя ленты въ станкѣ съ бронзовымъ ножемъ и полученныя ленты разбиваютъ затѣмъ на зерна или при помощи колотушки съ заостреннымъ латуннымъ наконечникомъ (всего лучше), или между двумя цилиндрами съ круговыми лезвіями, или, наконецъ, подъ тѣмъ же ножемъ, который служилъ для полученіе лентъ.

2) Лепешки разрѣзываютъ на ленты, пропуская ихъ между двумя, одинъ возлѣ другаго горизонтально поставленными, цилиндрами, снабженными трехъугольными ножами по производящимъ и вращающимися въ противоположныя стороны. Полученныя ленты раздробляютъ на зерна (кубики или параллелепипеды), или пропуская ихъ черезъ ту же пару цилиндровъ, или черезъ другую пару цилиндровъ, поставленныхъ одинъ надъ другимъ и тоже снабженныхъ ножами.

3) Приготовляютъ лепешки съ бороздами по двумъ противоположнымъ направленіямъ, употребляя при прессованіи вмѣсто обык-

---

[1]) Вотъ для примѣра размѣръ зеренъ нѣкоторыхъ сортовъ пороха:

Названіе пороха.	Величина зеренъ въ мм.
Артиллерійскій	
нѣмецкій	4—9
англійскій (H.K.3.)	3,2—6,4
„ pebble	12,7—15,9
русскій обыкновенный съ чернымъ углемъ	1,3—1,9
„ крупнозернистый	5,1—10,2
Ружейный	
нѣмецкій (Mauser)	0,5—1,0
французскій (Chassepot)	0,4—0,7
русскій, новый съ бурымъ углемъ	0,5—0,9
Охотничій	
русскій съ бурымъ углемъ мелкій	0,13—0,51
„ „ „ „ крупный	0,76—1,27

новенныхъ платковъ платки, снабженные мѣдными планками трехъугольнаго сѣченія (высота 5 мм., основаніе 5 мм.). При зерненіи полученной лепешки, ее разламываютъ на ленты, закладывая лепешки въ прорѣзъ между рамой и ножемъ тисковъ, укрѣпленныхъ на столѣ. Затѣмъ ленты раздѣляютъ на зерна, пропуская ихъ между деревянными цилиндрами, покрытыми каучукомъ.

Полученіе крупнозернистаго пороха правильной формы изъ прессованныхъ лепешекъ требуетъ много ручнаго труда, хотя приготовленіе его обходится все-таки дешевле приготовленія пороха прессованіемъ (см. ниже), отличающагося впрочемъ бо́льшею однородностью.

Порохъ въ томъ видѣ, въ какомъ онъ выходитъ изъ приборовъ, служащихъ для зерненія, содержитъ пыль, дѣлающую его неудобнымъ при обращеніи въ магазинахъ, имѣетъ угловатую форму и шероховатую, пористую поверхность, дѣлающія его легко истираемымъ и гигроскопичнымъ; онъ, кромѣ того, состоитъ нерѣдко изъ недостаточно однородныхъ (по величинѣ) зеренъ и, наконецъ, содержитъ воду, которая должна быть изъ него удалена. Въ виду этого, послѣ зерненія порохъ очищаютъ отъ пыли (выпыливаютъ), полируютъ, сушатъ и сортируютъ.

Эти операціи производятъ различно, смотря по свойствамъ пороха послѣ зерненія и установленнымъ на заводѣ правиламъ. Если порохъ содержитъ мало воды (2—3%), зерна его крупны и тверды и достаточно однородны по своей величинѣ, въ такомъ случаѣ послѣ зерненія его подвергаютъ полному выпыливанію (въ горизонтальныхъ барабанахъ), затѣмъ полировкѣ и окончательной сушкѣ. Если порохъ послѣ зерненія содержитъ мало воды, и зерна его однородны, но мелки и недостаточно прочны, въ такомъ случаѣ его подвергаютъ неполному (предварительному) выпыливанію (въ наклонныхъ барабанахъ), затѣмъ полировкѣ, сушкѣ и второму (окончательному) выпыливанію (въ горизонтальныхъ барабанахъ). Оба способа работы примѣняются въ Англіи (на заводѣ Уольтамъ Абби), первый для пушечнаго, второй для ружейнаго пороха. Если порохъ послѣ зерненія содержитъ болѣе указаннаго количества воды, и величина зеренъ его недостаточно однородна, въ такомъ случаѣ его подвергаютъ предварительной сушкѣ (до содержанія 2% воды), затѣмъ полируютъ, окончательно (вторично) высушиваютъ, сортируютъ (на грохотахъ) и выпыливаютъ (въ холщевыхъ мѣшкахъ), или же (до или послѣ предварительной сушки) предварительно сортируютъ, окончательно высушиваютъ, сортируютъ вторично и выпыливаютъ (въ холщевыхъ мѣшкахъ) Въ нѣкоторыхъ случаяхъ порохъ послѣ окончательнаго выпыливанія еще разъ сортируютъ.

На нашихъ казенныхъ пороховыхъ заводахъ, при приготовленіи мелкозернистаго чернаго пороха, порохъ послѣ зерненія (при плотности прессовой лепешки до 1,5—по большей части помощью крутиленъ, при плотности лепешки 1,7—1,8—помощью дробильныхъ вальковъ) подвергаютъ предварительному высушиванію, затѣмъ полировкѣ, окончательной сушкѣ, сортировкѣ (на грохотахъ) и выпыливанію (въ холщевыхъ мѣшкахъ); при приготовленіи крупнозернистаго пороха, зерненый порохъ передъ предварительной сушкой подвергаютъ иногда еще предварительной сортировкѣ (на грохотахъ), а при приготовленіи бураго ружейнаго пороха, предварительной сушки не производятъ и зерно (полученное изъ подъ дробильныхъ вальковъ) съ содержаніемъ около 2,5% воды непосредственно полируютъ, высушиваютъ и выпыливаютъ.

Предварительную сушку, если она необходима, производятъ или на воздухѣ въ помѣщеніяхъ, продольныя боковыя стѣнки и крыша которыхъ сдѣланы на подобіе жалузи, раскладывая порохъ тонкимъ слоемъ 1—2 см. на плетенки, покрытыя холстомъ, или въ спеціальныхъ сушильняхъ различнаго устройства. Сушильни, у насъ употребляемыя, представляютъ большія каменныя помѣщенія, въ которыя нагрѣтый (печами или чаще паровыми приборами) воздухъ вводятъ сверху, а холодный отводятъ снизу. Внутри сушильни установлены въ нѣсколько ярусовъ полки, на которыя помѣщаютъ *лотки* съ зерненымъ порохомъ; лотки состоятъ изъ деревянной рѣшетки, на которой натянутъ холстъ. Для постепенности сушки лотки съ порохомъ помѣщаютъ сначала на нижнія полки, гдѣ температура бываетъ около 20°, а затѣмъ постепенно переставляютъ все выше и выше, оканчивая сушку при 30°. Предварительную сушку продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока содержаніе воды въ порохѣ не уменьшится до 2—3% (у насъ до 2%).

Предварительное выпыливаніе и предварительная сортировка. При совмѣстномъ производствѣ этихъ работъ употребляютъ родъ крутиленъ. Къ потолку мастерской, помощью четырехъ кожаныхъ ремней, привѣшенъ деревянный ящикъ, который раздѣленъ на 10—12 отдѣленій и можетъ быть приводимъ въ качательное движеніе. Въ каждомъ отдѣленіи находится система изъ трехъ ситъ *(разымочное гнѣздо)*. Верхнее сито задерживаетъ всѣ зерна, которыя по своей значительной величинѣ не пригодны къ употребленію, среднее удерживаетъ пушечный, а нижнее (волосяное) сито—ружейный порохъ. Пыль собирается въ нижнемъ отдѣленіи системъ ситъ и вмѣстѣ съ остальнымъ отбросомъ отправляется въ прессовое отдѣленіе завода. Для мелкихъ сортовъ пороха употребляютъ проволочныя сита,

для крупныхъ—сита изъ мѣдныхъ листовъ съ круглыми отверстіями опредѣленнаго діаметра.

Выпыливаніе (безъ сортировки) производятъ при помощи горизонтальныхъ барабановъ, если зерна крупны и тверды (порохъ для пушекъ), или въ наклонныхъ барабанахъ (неполное выпыливаніе), если зерна мелки и менѣе крѣпки (ружейный порохъ). Горизонтальные барабаны (длина 2,4 м., діам. 0,76 м.) состоятъ изъ цилиндрическаго каркаса (корпуса), образованнаго деревянными обручами и утвержденнаго на оси посредствомъ радіальныхъ бронзовыхъ ручекъ. Каркасъ покрытъ холстомъ (24 отверстія на дюймѣ) или (рѣже) металлической сѣткой съ отверстіями различнаго размѣра, соотвѣтствующими величинѣ зеренъ пороха, подвергаемаго чисткѣ. Ось барабана желѣзная, покрытая деревомъ. Донья барабана состоятъ изъ двухъ прочныхъ деревянныхъ дисковъ, привинченныхъ къ валу; одно изъ нихъ можетъ отвинчиваться и сниматься. Подшипникъ оси барабана, смежный съ подвижнымъ дномъ, можетъ быть по желанію опускаемъ съ цѣлью придать барабану наклонное положеніе. По серединѣ барабана имѣется квадратное отверстіе, закрываемое деревянной втулкой, служащее для нагрузки и разгрузки барабана. Барабанъ окруженъ деревяннымъ кожухомъ, служащимъ для собиранія выходящей изъ него пыли. Въ барабанъ насыпаютъ опредѣленное количество пороха и приводятъ въ вращательное движеніе (40 оборот. въ минуту), при чемъ пыль проходитъ черезъ холстяную или проволочную покрышку барабана. По прошествіи опредѣленнаго времени, уменьшаютъ скорость движенія барабана, придаютъ ему (понижая соотвѣтствующій подшипникъ) наклонное положеніе и отвинчиваютъ подвижное дно. При медленномъ вращеніи барабана очищенный порохъ изъ него попадаетъ въ воронку и затѣмъ—въ бочки.

Наклонные барабаны, которые вовсе не удерживаютъ въ себѣ пороха и по которымъ порохъ отъ одного конца къ другому проходитъ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ времени, имѣютъ въ общемъ устройство, сходное съ устройствомъ горизонтальныхъ барабановъ, но діаметръ ихъ меньше (0,50 м.), они открыты съ обоихъ концовъ, поставлены наклонно (0,028 м. на кажд. 0,305 м.) и покрыты весьма густою проволочною сѣткой или матеріею изъ кипрскаго шелка. Порохъ приводится въ барабанъ черезъ воронку съ прикрѣпленнымъ къ ней широкимъ желобомъ, приводимымъ въ сотрясательное движеніе. Наклонные барабаны вращаютъ нѣсколько медленнѣе горизонтальныхъ (38 оборот. въ минуту).

Полировка пороха. Эта работа выполняется обыкновенно такимъ образомъ, что заставляютъ зерна тереться между собою и о

стѣнки деревянной бочки (полировочная бочка или барабанъ), вращающейся съ умѣренной скоростью. При этомъ треніи поверхность зеренъ сглаживается, форма ихъ округляется, плотность (въ особенности гравиметрическая, см. ниже) увеличивается, а гигроскопичность уменьшается.

Для полировки употребляютъ бочки трехъ родовъ: закрытыя, открытыя и попеременно закрытыя и открытыя.

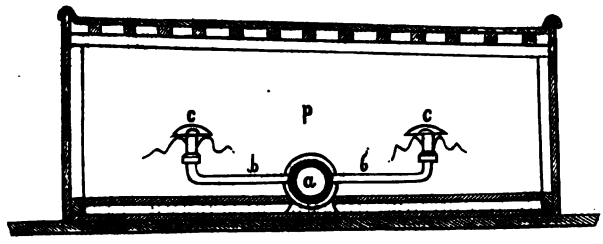
Закрытыя бочки имѣютъ цилиндрическую или бочковидную форму и сдѣланы изъ дубоваго дерева. Онѣ насажены на желѣзный валъ, покрытый внутри бочекъ деревомъ. Въ каждой бочкѣ имѣется небольшое отверстіе для нагрузки и разгрузки пороха. Открытыя бочки отличаются отъ закрытыхъ тѣмъ, что въ доньяхъ первыхъ продѣлано по отверстію, сообщающему внутренность бочки съ наружнымъ воздухомъ. Бочки попеременно открытыя и закрытыя имѣютъ въ доньяхъ отверстія, которыя могутъ быть закрываемы втулками. Длина бочекъ бываетъ 1,5 м., діаметръ около 0,6 м.; скорость вращенія 20—40 оборотовъ въ минуту. При полировкѣ, вслѣдствіе тренія зеренъ другъ о друга и о стѣнки бочки, развивается значительное количество теплоты, обусловливающей нагрѣваніе пороха (до 50°) и удаленіе изъ него воды; вода эта осаждается на внутренней поверхности бочки и, соединяясь съ пороховой пылью, образуетъ здѣсь кору. При полировкѣ въ закрытыхъ бочкахъ, вся вода, испаряющаяся изъ пороха, остается въ бочкахъ; при полировкѣ же въ открытыхъ бочкахъ часть испаряющейся воды уносится воздухомъ, вступающимъ въ бочку. Въ виду этого, закрытыя бочки всего болѣе пригодны для полировки плотнаго и не очень влажнаго ($2^1/_2$% воды) пороха; влажныя и недостаточно плотныя зерна лучше полировать въ открытыхъ бочкахъ, такъ-какъ въ нихъ, вслѣдствіе возобновленія воздуха, вода мало по малу испаряется до того предѣла, при которомъ полировка идетъ успѣшно [1]); но полировка въ открытыхъ бочкахъ идетъ много медленнѣе и слабѣе, нежели въ закрытыхъ. Бочки попеременно закрытыя и открытыя, т. е. такія, боковыя отверстія которыхъ могутъ быть по желанію открываемы и закрываемы, даютъ результаты средніе между двумя остальными родами описанныхъ бочекъ.

При полировкѣ нѣкоторыхъ сортовъ пороха, для сообщенія зернамъ болѣе красивой поверхности, прибавляютъ въ бочки нѣкоторое количество весьма чистаго графита. Слѣдуетъ замѣтить, что графитъ

[1]) Нѣкоторое количество влаги (2—3%) необходимо для успѣшной полировки. Сухой порохъ полируется медленно и даетъ много пыли; сырой порохъ получаетъ слабый лоскъ, который теряетъ впослѣдствіи, и кромѣ того избытокъ влаги можетъ измѣнить составъ пороха и величину его зеренъ.

есть вредная примѣсь къ пороху, и что по этой причинѣ его слѣдуетъ прибавлять въ небольшомъ количествѣ. Его никогда не прибавляютъ къ мелкому ружейному пороху, но только къ крупному, назначенному для употребленія въ большихъ зарядахъ, съ цѣлью уменьшить скорость воспламененія пороха. Порохъ низшаго сорта, служащій для взрывныхъ работъ, нерѣдко полируютъ съ графитомъ и доводятъ до высокой степени блеска, что, впрочемъ, не улучшаетъ его качествъ.

Окончательная сушка пороха. Хотя порохъ при предварительной сушкѣ (если она производится), выпыливаніи и полировкѣ теряетъ значительную часть своей влаги, тѣмъ не менѣе въ немъ остается нѣсколько процентовъ ея, которые должны быть удалены. Это окончательное удаленіе влаги производятъ на большихъ заводахъ въ сушильняхъ различнаго устройства, нагрѣваемыхъ паромъ или горячей водой. Всего чаще окончательную сушку производятъ на такъ называемыхъ *сушильныхъ столахъ*, помѣщенныхъ въ сушильнѣ. Сушильный столъ (фиг. 245) имѣетъ видъ деревяннаго ящика съ пока-



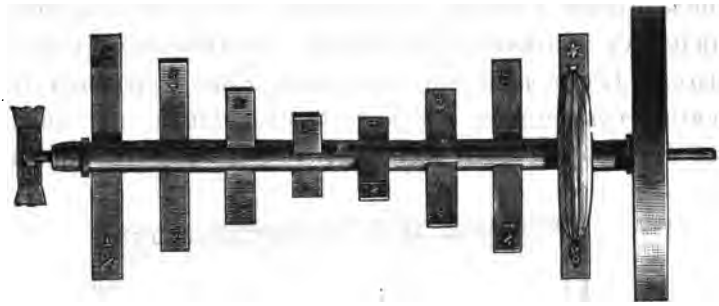
Фиг. 245.

той въ одну сторону крышей (длина ящика 3,5, ширина 1 м). Дно и стѣны ящика выложены цинковыми или свинцовыми листами, а крыша состоитъ изъ деревянныхъ брусковъ, переплетенныхъ веревочной или металлической сѣткой; сверхъ сѣтки натянуто полотно. На эту крышу ровнымъ слоемъ разсыпаютъ порохъ (75 кгр.). Внутри сушильнаго стола помѣщена чугунная труба (*a*), въ которую вдувается воздухъ, нагрѣтый въ особыхъ приборахъ до 50—54°. Изъ трубы воздухъ выходитъ черезъ цѣлый рядъ отверстій, подымается вверхъ и, проходя черезъ порохъ, высушиваетъ его. При окончательной сушкѣ, содержаніе воды въ порохѣ доводятъ до 0,5%.

Сортировку вполнѣ высушеннаго пороха производятъ тѣмъ же путемъ, какъ и предварительную сортировку пороха передъ зерненіемъ, т. е. при помощи грохотовъ.

Окончательное выпыливаніе (чистка пороха). Если выпыливаніе пороха не было произведено до окончательной сушки или

сортировки вполнѣ высушеннаго пороха, или (вслѣдствіе разности зеренъ) не могло быть произведено вполнѣ, то эту работу производятъ или оканчиваютъ послѣ сортировки сухаго пороха или послѣ окончательной сушки, если сортировку не примѣняютъ. Выпыливаніе состоитъ въ томъ, что зерна подвергаютъ легкому взаимному тренію и отсѣиваютъ образующуюся при этомъ пыль. Обыкновенно для этого зерна насыпаютъ въ холщевые мѣшки, въ которыхъ они и подвергаются тренію и пересыпанію, при чемъ мякоть переходитъ черезъ ткань мѣшковъ. Въ прежнее время (да иногда и теперь) встряхиваніе мѣшковъ производили ручной работой, въ настоящее время для этой цѣли примѣняютъ различныя механическія приспособленія. Одно изъ простѣйшихъ (фиг. 246) состоитъ изъ вала, усаженнаго



Фиг. 246.

восемью спирально расположенными крыльями (длин. 1,7 м., ширин. 0,1 м.), на которыхъ (съ передней и задней стороны) укрѣпляютъ мѣшки (длин. 1,32 м., шир. 0,26 м.) съ 5 кгр. пороха; все приспособленіе окружаютъ кожухомъ. Работу оканчиваютъ послѣ $^1/_2$—1 часоваго вращенія вала (со скоростью 15 оборот. въ минуту), когда порохъ при насыпаніи на бумагу не оставляетъ пыли. Получаемая при этомъ пыль (въ количествѣ 0,15% по вѣсу пороха) значительно богаче углемъ, чѣмъ пороховая смѣсь, а потому не можетъ быть непосредственно вновь перерабатываема на порохъ. Въ Англіи для втораго выпыливанія употребляютъ горизонтальные цилиндры (стр. 819).

Послѣ чистки въ нѣкоторыхъ случаяхъ порохъ еще разъ сортируютъ, а иногда подвергаютъ отвѣиванію [при помощи вѣялки съ ручнымъ приводомъ для отдѣленія пластинчатыхъ зеренъ, мелкихъ кусочковъ дерева (отъ деревянныхъ шаровъ) и т. п.]

Мѣшка пороха. Какъ бы тщательно ни была ведена фабрикація пороха, невозможно достичь того, чтобы даннаго сорта порохъ, приготовленный въ различные дни (и даже въ различные часы одного и того же дня), обладалъ вполнѣ одинаковыми качествами. Чтобы сгла-

дить неизбѣжную разницу въ составѣ, плотности и влажности отдѣльно приготовленныхъ порцій пороха, ихъ смѣшиваютъ въ большія партіи. Такъ напр. у насъ при приготовленіи пороха, его насыпаютъ въ кадки, каждая въ 49,2 кгр. (3 пуда); когда наберется 12 такихъ кадокъ, то содержимое ихъ при помощи спеціальнаго аппарата смѣшивается (*спеціальное* смѣшеніе), и получается партія въ 12 бочекъ, каждая въ 49,2 кгр. смѣшаннаго пороха. Когда наберется 12 или болѣе спеціальныхъ партій (144 или болѣе бочекъ), тогда, сообразуясь съ плотностями пороха, перемѣшиваютъ по 12 бочекъ, взятыхъ по одной изъ 12 спеціальныхъ партій (*общее* смѣшеніе), и получаются 144 бочки, составляющія партію. Общія партіи отправляютъ для храненія въ склады и тамъ, на основаніи пробы пороха, взятаго изъ каждой партіи, производятъ систематическую мѣшку, причемъ получаютъ *годовыя партіи*, заключающія въ себѣ около 82000 кгр. каждая.

Готовый порохъ взвѣшиваютъ и укупориваютъ въ ящики, бочки и другую посуду. У насъ въ Россіи (согласно инструкціи 1872 г.) приняты слѣдующіе виды укупорки, въ которыхъ зернистый порохъ сдается съ казенныхъ и частныхъ пороховыхъ заводовъ въ артиллерійскіе склады: a) жестянки трехъ размѣровъ (3, 2 и 1 ф.), укладываемыя въ деревянные ящики, для всѣхъ сортовъ охотничьяго пороха, b) жестянки въ $1^1/_2$ пуда для ружейнаго пороха (съ бурымъ углемъ), укладываемыя по двѣ въ деревянные ящики, c) резинные мѣшки въ 3 пуда для ружейнаго пороха (съ бурымъ углемъ), укладываемые въ деревянные ящики, d) бочки съ равендучными мѣшками, вмѣщающими отъ 3 до $3^1/_2$ пудовъ зерненыхъ сортовъ пороха съ чернымъ углемъ.

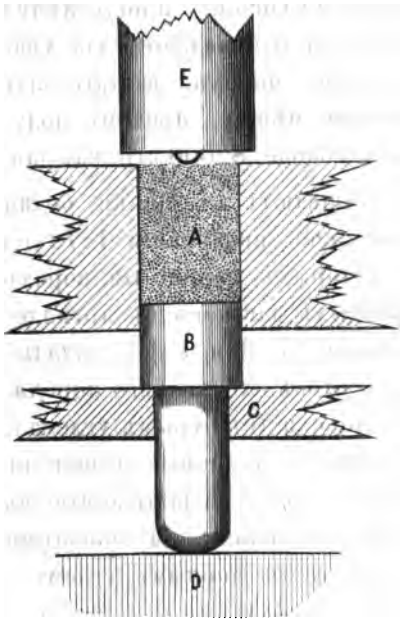
Во время переработки первоначальный составъ пороховой смѣси нѣсколько измѣняется, какъ показываетъ нижеслѣдующая таблица:

	Селитра.	Сѣра.	Уголь.
До смѣшенія	74,0	10	16,0
Послѣ смѣшенія	74,03	10,13	15,84
Послѣ уплотненія	73,60	10,25	16,15
Послѣ зерненія	73,66	10,38	15,96
Послѣ сушки на воздухѣ	73,94	10,20	15,86
Послѣ полировки	74,43	9,78	15,84
Готовый порохъ	74,49	9,72	15,79

Прессованный порохъ. Кромѣ зернистаго пороха, для тяжелыхъ орудій (съ цѣлью уменьшить быстроту горѣнія и разрушительное дѣйствіе пороха на стѣнки орудій, употребляя большіе заряды, см. ниже) приготовляютъ такъ называемый прессованный порохъ въ видѣ призмъ, цилиндровъ или шаровъ. Фабрикація прессованнаго пороха начата была въ Сѣверо-Американскихъ Штатахъ (Rodman, 1860 г.) и усовершенствована затѣмъ въ Россіи (*Гадолинъ* и *Маіевскій*, 1868; *И.*

А. Вышнеградскій, 1872), Германіи и Англіи. Порохъ этотъ готовятъ прессованіемъ каждаго зерна отдѣльно въ металлической формѣ, что даетъ возможность сообщить пороху бо́льшую и равномѣрную плотность при правильной формѣ и значительныхъ размѣрахъ зерна. Прессованію подвергаютъ пороховой составъ или послѣ смѣшенія (порохъ-пеллетъ, pellet-powder), или послѣ зерненія передъ окончательной сушкой (призматическій порохъ въ тѣсномъ смыслѣ слова).

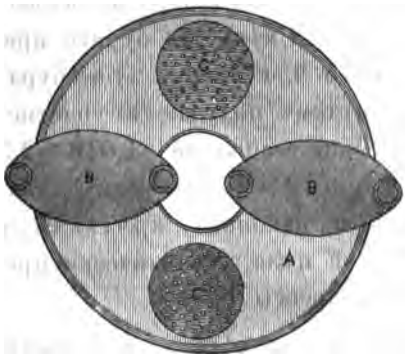
Пеллетъ-порохъ. Схема прибора для полученія пеллетъ-пороха представлена на фиг. 247. *A*—матрица (форма), наполненная пороховой мякотью; дно ея закрыто плотно входящимъ пуансономъ *B*, снабженнымъ уступомъ, лежащимъ на доскѣ *C*; нижній конецъ пуансона упирается на площади ныряла гидравлическаго пресса *D*. Верхній опускающійся пуансонъ *E* имѣетъ діаметръ, большій діаметра формы, и служитъ для закрыванія формы сверху. Въ форму помѣщаютъ опредѣленное и всегда одинаковое количество пороховой мякоти, спускаютъ верхній пуансонъ на края формъ и закрѣпляютъ его въ этомъ положеніи, затѣмъ подымаютъ при помощи гидравлическаго пресса нижній пуансонъ на опредѣленную и всегда одинаковую высоту [1]), прекращаютъ давленіе на нижній пуансонъ, подымаютъ верхній пуансонъ и, приводя вновь въ дѣйствіе ныряло, выталкиваютъ готовое зерно изъ формы. Полученное зерно имѣетъ форму правильнаго цилиндра (высота 12 мм., діаметръ 18 мм.), но измѣняя форму матрицы и пуансоновъ можно придать ему и любую другую форму, а также, если нужно, снабжать его углубленіями или отверстіями. Понятно, что при производствѣ пеллетъ-пороха прессуютъ за разъ не одно зерно, а много (400) вмѣстѣ, располагая формы такъ, какъ это представлено на фиг. 248. *A*—есть круглый вращающійся столъ, на которомъ помѣщены 4 форменныхъ доски, изъ которыхъ каждая содержитъ 200 формъ. *BB*—подушки пресса. Въ то вре-



Фиг. 247.

[1]) Опытъ показалъ, что единственный способъ получать прессованный порохъ съ достаточною и равномѣрною плотностью состоитъ въ прессованіи опредѣленнаго количества мякоти до опредѣленнаго объема.

мя когда двѣ доски прессуютъ, другія двѣ наполняютъ мякотью. Вращающійся столъ и форменныя доски сдѣланы изъ бронзы, нижніе и верхніе пуансоны сдѣланы изъ стали и окислены съ поверхности. Верхніе пуансоны (числомъ 200) укрѣплены на подушкахъ пресса, нижніе (также числомъ 200) — на площадкѣ ныряла; какъ верхніе, такъ и нижніе пуансоны имѣютъ ту же форму, какъ и выше описанные. Давленіе, производимое на каждый пуансонъ, равно 1000 фунтамъ; при этомъ давленіи можно сообщить лепешкѣ различную плотность, смотря по продолжительности прессованія. Обыкновенно достаточно 10—20 секундъ, чтобы сообщить зерну надлежащую плотность. Полученныя зерна подвергаютъ затѣмъ сушкѣ.



Фиг. 248.

Призматическій порохъ. Отличаютъ два вида призматическаго пороха — призматическій порохъ съ чернымъ углемъ и призматическій порохъ съ бурымъ углемъ (шоколадный, бурый призматическій порохъ). Первый видъ призматическаго пороха готовятъ обыкновеннымъ путемъ (у насъ 75 ч. селитры, 15 ч. угля чернаго и 10 ч. сѣры) и, послѣ зерненія, полученныя зерна (шишка) прессованіемъ (обыкновеннымъ механическимъ прессомъ Вышнеградскаго 1872 г. и ему подобными) превращаютъ въ правильныя шестигранныя призмы (высота 25 мм., діаметръ отъ одного угла до другаго 40 мм., вѣсъ около 40 грм.), съ 7-ю сквозными каналами (діаметр. 5 мм.[1]) — однимъ центральнымъ и шестью, расположенными по окружности. Съ 1886 г. производство чернаго призматическаго пороха у насъ прекращено и замѣнено

[1]) Назначеніе сквозныхъ каналовъ — содѣйствовать образованію одинаковаго количества газовъ въ каждую единицу времени, въ теченіе котораго происходитъ горѣніе пороха. Предполагаютъ именно, что горѣніе зерна пороха происходитъ послойно съ поверхности къ центру, а потому при горѣніи сплошнаго зерна горящая поверхность, а слѣдовательно и объемъ образующихся газовъ будетъ уменьшаться по мѣрѣ сгоранія зерна и уменьшенія его объема; при горѣніи же призматическаго зерна съ каналами по мѣрѣ уменьшенія его величины, а слѣдовательно объема поверхности, будетъ увеличиваться діаметръ и слѣдовательно поверхность каналовъ, и общая поверхность, на которой происходитъ горѣніе, не измѣнится. Впрочемъ цѣлый рядъ опытовъ показалъ, что при употребленіи пороха съ уд. вѣс. 1,8 получаются и при сплошныхъ зернахъ тѣ же результаты относительно разрушительнаго дѣйствія на стѣнки орудія, какъ и при призматическомъ съ каналами, да кромѣ того самое предположеніе, что горѣніе пороха (по крайней мѣрѣ употребляемыхъ типовъ) подъ высокимъ давленіемъ происходитъ концентрическими слоями, подвержено сомнѣнію.

производствомъ бураго призматическаго пороха, который отличается отъ чернаго какъ своимъ составомъ, такъ и тѣмъ, что призмы (тѣхъ же размѣровъ, какъ и призмы чернаго призматическаго пороха) имѣютъ только одинъ центральный сквозной каналъ. Смѣсь для бураго призматическаго пороха готовятъ у насъ изъ 75 ч. селитры, 21 ч. бураго угля и 4 ч. сѣры. Изъ нея обычнымъ путемъ получаютъ уплотненную лепешку, которую превращаютъ въ зерна величиной—1,016—2,54 мм. (шишка), которыя подсушиваютъ (до 4—4½% воды), полируютъ, сортируютъ, подвергаютъ мѣшкѣ и, наконецъ, прессуютъ въ шестигранныя призмы, употребляя для этой цѣли гидравлическіе прессы спеціальнаго устройства (всего лучше прессы Гассе).

Полученныя призмы подвергаются сушкѣ и мѣшкѣ. Эта послѣдняя производится ручной работой и состоитъ въ томъ, что нѣсколько (4—5) ящиковъ, наполненныхъ призматическимъ порохомъ, устанавливаютъ въ рядъ и изъ нихъ берутъ по очереди призмы и укладываютъ слоями въ ящикъ (вѣсомъ около 50 кило). Призматическій порохъ съ бурымъ углемъ укупориваютъ въ цинковыя коробки, герметически закрытыя для устраненія сырости и вставленныя въ деревянные ящики.

Свойства пороха. Порохъ съ чернымъ углемъ обладаетъ сизовато-чернымъ *цвѣтомъ*, поверхность зерна должна быть блестяща; черный матовый цвѣтъ указываетъ, что порохъ отсырѣлъ. Бурый ружейный порохъ долженъ имѣть буроватый оттѣнокъ. Слипаніе зеренъ въ комья служитъ признакомъ, что порохъ отсырѣлъ. Бѣловатыя зерна указываютъ на вывѣтриваніе селитры. Зерна должны имѣть одинаковую *величину* и *форму*, и *крѣпость* ихъ должна быть такова, чтобы ихъ нельзя было растирать между пальцами. Порохъ долженъ быть *чистъ*, т. е. содержать такъ мало пыли, чтобы не марать бумаги при пересыпкѣ его съ одного листа на другой. При воспламененіи на листѣ бумаги зерненый порохъ не долженъ ни прожигать ее, ни оставлять на ней большихъ пятенъ. Порохъ не долженъ содержать болѣе 2% воды (очень сухой порохъ содержитъ всего 0,5%). Если порохъ содержитъ не болѣе 5% воды, то высушиваніемъ можно вернуть ему прежнее качество; при большемъ содержаніи воды происходитъ выдѣленіе селитры, и масса теряетъ свою однородность.

Удѣльный вѣсъ (дѣйствительная плотность) пороховыхъ зеренъ (со включеніемъ воздуха, содержащагося въ ихъ порахъ) колеблется между 1,4—1,9.

Гравиметрическая плотность пороха, т. е. отношеніе всего даннаго объема пороха къ вѣсу такого же объема воды, измѣняется въ предѣлахъ отъ 0,9 до 1,0 и зависитъ, понятно, не только отъ уд. вѣс.

зеренъ, но еще отъ ихъ вида и величины, способа насыпанія пороха въ сосудъ и даже отъ формы сосуда. Въ виду этого, по гравиметрической плотности можно судить объ уд. в. зеренъ только при небольшой разницѣ въ величинѣ зеренъ сравниваемыхъ сортовъ пороха и при совершенно тождественныхъ условіяхъ испытанія.

Для примѣра ниже приведены данныя относительно состава, величины и удѣльнаго вѣса зеренъ, гравиметрической плотности и влажности, установленныя для различныхъ сортовъ нашего пороха (по приказу 1890 г.):

	СОРТА ПОРОХА.	Процентное содержаніе.			Нормал. разм. зеренъ въ мм.		% содерж. воды.		Удѣл. вѣсъ зеренъ.		Гравиметр. плотность.	
		Селитра.	Уголь.	Сѣра.	max.	min.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Съ черн. углемъ	Артиллерійск. порохъ	75	15	10	2,03	1,27	0,8	1,0	1,55	1,62	0,925	0,945
	Ружейный (стараго образца) . . .	75	15	10	1,27	0,76	0,8	1,0	1,56	1,63	0,915	0,935
	Охотничій:											
	a) крупный . . .	75	15	10	0,76	0,38	0,8	1,0	1,57	1,68	—	—
	b) мелкій . . .	75	15	10	0,38	0,13	0,8	1,0	1,57	1,68	—	—
	Крупнозернистый . .	75	15	10	9,16	5,08	0,8	1,0	1,67	1,71	0,970	1,10
Съ бурымъ углемъ.	Ружейный (новый) .	77	15	8	0,89	0,51	0,9	1,1	1,72	1,77	0,940	0,980
	Охотничій:											
	a) крупный . . .	77	15	8	1,27	0,76	0,9	1,1	1,73	1,80	0,915	0,980
	b) мелкій . . .	77	15	8	0,51	0,13	0,9	1,1	1,72	1,79	0,900	0,970
	Бурый призматическ.	75	21	4	Высота 25,91	24,38	1,7	2,0	1,85	1,88	—	—
					Діаметръ описан. круга. 35,2	33,9						

Подъ вліяніемъ быстраго нагрѣванія (около 300°), прикосновенія съ раскаленнымъ тѣломъ, удара, тренія (всего легче желѣзо на желѣзо, всего труднѣе мѣдь на мѣдь) и подъ вліяніемъ детонатора (ударнаго состава—обыкновенно гремучей ртути) порохъ сгораетъ, при чемъ получается въ общемъ среднемъ около 55—56% твердаго остатка, въ видѣ дыма и пороховой грязи, и около 44—45% по вѣсу пороха газообразныхъ продуктовъ. Твердый остатокъ состоитъ главнымъ образомъ изъ углекаліевой соли, сѣрнокаліевой соли и двусѣрнистаго калія. Газообразные продукты состоятъ почти исключительно изъ угольнаго ангидрида, азота и окиси углерода, съ примѣсью незначительныхъ количествъ сѣроводорода, амміака, метана, паровъ воды и т. д., образующихся на счетъ водорода и кислорода, содержащихся въ углѣ, и гигроскопической воды пороха.

Относительныя количества, въ которыхъ названныя химическія соединенія (какъ твердыя, такъ и газообразныя) содержатся въ продуктахъ разложенія пороха, зависятъ, какъ показали многочисленныя изслѣдованія [1]), главнымъ образомъ отъ состава пороха и, по видимому, также отъ давленія (плотности заряженія [2]), подъ которымъ произведено сжиганіе пороха. Для примѣра приведемъ здѣсь изъ обширныхъ изслѣдованій *Нобля* и *Абеля* надъ составомъ продуктовъ горѣнія различныхъ видовъ пороха подъ различными давленіями (между 155 и 5580 кгр. на квадратный сантиметръ) данныя, полученныя названными изслѣдователями для пеббль-пороха пороховаго завода *Уольтамъ-Абби* (Pebble W. A.) слѣдующаго состава:

Азотнокаліевая соль	74,67
Сѣрнокислыя соли	0,09
Сѣра	10,07
Углеродъ	12,12
Водородъ	0,42
Кислородъ	1.45
Зола	0,23
Вода	0,95
	100,00

[1]) Первая точная работа надъ продуктами, образующимися при разложеніи (горѣніи) пороха, принадлежитъ *Бунзену* и *Шишкову* (1857), за которой послѣдовали работы Craig'a (1861), *Федорова* (1869), Karolyi (1863) и обширныя изслѣдованія Noble и Abel'a (1874—1880). Debus (1882 и 1891) критически сопоставилъ эти изслѣдованія и сдѣлалъ попытку дать общую теорію разложенія пороха.

[2]) Подъ плотностью заряженія подразумѣваютъ отношеніе между взятымъ вѣсомъ (въ грам.) взрывчатаго тѣла и объемомъ (въ куб. сантим.) закрытаго сосуда, въ которомъ произведено горѣніе. Если черезъ P обозначить вѣсъ взятаго для взрыва тѣла въ граммахъ, черезъ V—объемъ сосуда въ кубическихъ сантиметрахъ, въ такомъ случаѣ плотность заряженія $D=\frac{P}{V}$. Очевидно, чѣмъ больше плотность заряженія, тѣмъ больше будетъ давленіе, подъ которымъ происходитъ разложеніе взрывчатаго тѣла.

Нумеръ опыта.	Средняя плотность горѣнія	Процентный составъ газообразныхъ продуктовъ по объему.						Процентный составъ твердыхъ продуктовъ по вѣсу.							
		CO_2.	CO.	N.	SH_2.	CH_4.	H.	O.	K_2CO_3.	K_2SO_4.	K_2S.	KCyS.	KNO_3	$(NH_4)_2(CO_3)_3$.	S [1]).	Угля.
8	0,10	46,66	14,76	32,75	3,13	—	2,70	—	58,56	15,84	20,50	0,09	0,51	0,17	4,33	—
7	0,20	44,78	16,09	31,31	4,23	—	3,59	—	58,01	13,85	20,41	0,06	—	0,09	7,58	—
9	0,30	47,03	15,51	31,71	2,90	—	2,84	—	60,09	12,74	19,24	0,21	0,03	0,17	7,52	—
12	0,40	49,52	13,95	32,16	1,70	0,32	2,35	—	57,25	13,69	18,52	0,25	0,08	0,07	8,74	1,40
14	0,50	49,82	13,36	32,19	1,96	0,58	2,08	—	57,04	12,12	23,02	0,23	0,20	0,08	7,31	—
37	0,60	49,48	13,75	31,83	2,24	0,55	2,15	—	59,00	13,82	17,68	0,36	0,32	0,06	8,76	—
38	0,70	49,93	12,51	32,08	3,18	0,35	1,95	—	54,64	13,91	22,72	0,41	0,26	0,06	8,00	—
43	0,80	51,54	11,88	32,61	1,96	0,34	1,67	—	62,35	10,94	16,84	0,06	0,33	0,08	9,40	—
77	0,90	51,75	10,87	32,72	2,13	0,68	1,85	—	66,43	9,45	11,92	0,59	0,44	0,12	11,05	—
	Средн. .	48,95	13,63	32,15	2,60	0,31	2,35	—	59,26	12,93	18,98	0,25	0,24	0,10	8,08	—
	Maxim..	51,75	16,09	32,75	4,23	0,68	3,59	—	66,43	15,84	23,02	0,59	0,51	0,17	11,05	—
	Minim. .	44,78	10,87	31,31	1,70	—	1,67	—	54,64	9,45	11,92	0,06	0,03	0,06	4,33	—

[1]) Соединена съ K_2S въ видѣ K_2S_2.

Судя по составу продуктовъ горѣнія пебблъ-пороха, выше приведенному, а также составу продуктовъ горѣнія другихъ шести видовъ пороха, изслѣдованныхъ *Ноблемъ* и *Абелемъ*, можно заключить, что съ увеличеніемъ плотности заряженія въ продуктахъ горѣнія по-

роха уменьшается содержаніе окиси углерода, съ одновременнымъ увеличеніемъ угольнаго ангидрида и уменьшеніемъ сѣрнокаліевой соли, хотя безъ видимой правильности. Это послѣднее обстоятельство заставило *Абеля* и *Нобля* принять, что при сгораніи пороха происходитъ весьма сложная реакція, направленіе которой обусловливается не только составомъ и давленіемъ, но и случайными обстоятельствами, а потому не могущая быть выражена какимъ нибудь химическимъ уравненіемъ.

Не слѣдуетъ, однако, придавать этому заключенію особеннаго значенія, такъ какъ данныя, на которомъ оно основано, не безукоризненны, какъ это было подробно разъяснено *Дебусомъ* (1882). И дѣйствительно, *элементарный* составъ продуктовъ горѣнія (т. е. все количество углерода, сѣры, азота и т. д., въ нихъ содержащееся) во всѣхъ анализахъ *Абеля* и *Нобля* не вполнѣ сходится съ элементарнымъ составомъ сжигаемаго пороха, а потому нужно принять, что или способъ анализа былъ неточенъ, или отдѣльныя порціи одного и того же пороха, взятыя для отдѣльныхъ опытовъ, не обладали вполнѣ однороднымъ составомъ, что весьма вѣроятно. Кромѣ того, при сжиганіи пороха въ стальныхъ сосудахъ (какъ это производили *Нобль* и *Абель* въ своихъ опытахъ) неминуемо часть сѣры сѣрнистыхъ соединеній должна было дѣйствовать на желѣзо и измѣнять составъ продуктовъ горѣнія и притомъ не въ одинаковой степени во всѣхъ случаяхъ. Принимая во вниманіе эти соображенія, равно какъ и опыты *Каролли* (1863), *Дебусъ* приходитъ къ заключенію (быть можетъ, не вполнѣ вѣрному), что давленіе, подъ которымъ происходитъ разложеніе пороха, не оказываетъ замѣтнаго вліянія на составъ продуктовъ разложенія. Принимая далѣе, что порохъ состоитъ только изъ селитры, сѣры и чистаго углерода, и оставляя безъ вниманія другія составныя части угля (воду, кислородъ, водородъ, золу), составляющія приблизительно 4% по вѣсу пороха, *Дебусъ* даетъ слѣдующее общее уравненіе для выраженія реакціи разложенія пороха:

$$x(KNO_3)+yC+zS=t(K_2CO_3)+w(CO_2)+u(K_2SO_4)+a(CO)+v(K_2S_2)+{}^1/_2xN_2 \quad (1)$$

Въ уравненіи этомъ x обозначаетъ число частицъ селитры, y—число атомовъ углерода, z—число атомовъ сѣры, содержащихся въ порохѣ, а t, w, u, a, v и x—число частицъ указанныхъ соединеній и азота, содержащихся въ продуктахъ разложенія пороха.

Предполагая величины x, y, z и a извѣстными и выражая ими неизвѣстныя величины t, u, v, w (что можно найти путемъ условныхъ уравненій), уравненіе (1) преобразуется въ слѣдующее:

$$x(KNO_3)+yC+zS=\tfrac{1}{28}[4x+8y-16z-4a]K_2CO_3$$
$$+\tfrac{1}{28}[20x-16y+4z+8a]K_2SO_4$$
$$+\tfrac{1}{28}[-10x+8y+12z-4a]K_2S_2$$
$$+\tfrac{1}{28}[-4x+20y+16z-24a]CO_2$$
$$+a\ (CO)$$
$$+\tfrac{1}{2}xN_2 \qquad (2)$$

Это уравненіе даетъ намъ возможность довольно точно опредѣлить относительное количество продуктовъ, образующихся при разложеніи пороха, зная его составъ и количество окиси углерода, образующееся при этомъ разложеніи, а также теплопроизводительную способность пороха, зная теплоту образованія какъ его составныхъ частей, такъ и продуктовъ его разложенія.

Вычисленіе можетъ быть еще болѣе упрощено, если во всѣхъ случаяхъ принять x=16. Въ такомъ случаѣ изъ уравненія (2) можно получить два другихъ—одно для вычисленія объема газовъ, другое—для вычисленія количества теплоты, образующейся при горѣніи пороха опредѣленнаго состава.

Уравненіе для объема газа будетъ:

$$V=\frac{160+20y+16z}{14}\times 11190 \qquad (3)$$

Число для V, полученное по этому уравненію, выражаетъ число кубическихъ сантиметровъ газа (при 0° и 760 мм.), образуемыхъ количествомъ пороха, состоящимъ изъ 16 частицъ селитры, y атомовъ углерода и z атомовъ сѣры, выраженныхъ въ граммахъ.

Примѣръ. Порохъ состоитъ изъ:

$$16KNO_3+20{,}7C+6{,}8S=2082 \text{ грм.},$$

откуда:

$$V=\frac{160+20\times 20{,}7+16\times 6{,}8}{14}\times 11190=545736 \text{ куб. см. при } 0^0 \text{ и } 760 \text{ мм.}$$

Этотъ объемъ газа образуется при разложеніи 2082 грм. пороха, слѣдовательно 1 грм. образуетъ:

$$\frac{545736}{2082}=262 \text{ куб. см.}$$

Для вычисленія количества тепла служитъ уравненіе:

$$W=1827154-16925y-8788z \qquad (4)$$

Число, вычисленное для W, показываетъ, сколько единицъ тепла (въ малыхъ калоріяхъ) выдѣляется при горѣніи пороха, состоящаго изъ 16 частицъ селитры, y атомовъ углерода и z атомовъ сѣры (выраженныхъ въ граммахъ).

Въ вышеприведенномъ примѣрѣ:

$$W=1827154-16925\times 20{,}7-8788\times 6{,}8=1417048.$$

Это количество тепла произведено 2082 грм. пороха, слѣдовательно 1 грм. производитъ:

$$\frac{1417048}{2082}=680{,}6k.$$

Въ общемъ, изъ этихъ уравненій слѣдуетъ, что въ каждомъ сортѣ пороха съ увеличеніемъ въ немъ углерода и сѣры увеличивается объемъ газа, и уменьшается количество выдѣляемаго тепла.

На основаніи какъ вычисленій, такъ и непосредственныхъ опытовъ (Bunsen и Шишковъ, 1857; Noble и Abel, 1875 и 1880; Roux и Sarrau, 1873), различные виды пороха даютъ при своемъ сгораніи 213—307 литровъ (въ среднемъ 270 литр.) газа при 0° и 760 мм. и 507—807 К тепла на 1 кило.

Съ цѣлью сдѣлать порохъ болѣе дѣйствительнымъ или болѣе дешевымъ было сдѣлано много предложеній замѣнить вполнѣ или отчасти обыкновенныя составныя части пороха—каліевую селитру, древесный уголь и сѣру—другими тѣлами, болѣе дѣйствительными или болѣе дешевыми. Такъ, предложено было замѣнить каліевую селитру натріевой, баріевой, а также хлорновато- и хлорнокаліевой солями; такъ, было предложено замѣнять древесный уголь коксомъ, сахаромъ, древесными опилками и т. д., но всѣ эти предложенія, какъ и многія другія имъ подобныя, не оправдались на практикѣ и не получили приложенія.

Пироксилинъ.

При дѣйствіи крѣпкой азотной кислоты на клѣтчатку, крахмалъ и ему подобныя тѣла образуются взрывчатыя соединенія, между которыми самое большое техническое значеніе имѣетъ *пироксилинъ*, получаемый при дѣйствіи очень крѣпкой азотной кислоты или лучше смѣси азотной и сѣрной кислотъ на клѣтчатку ($nC_6H_{10}O_5$). Реакцію, происходящую при этомъ, можно выразить слѣдующимъ уравненіемъ:

$$C_{12}H_{20}O_{10}+mHNO_3=C_{12}H_{20-m}O_{10-m}(ONO_2)_m+mH_2O,$$

т. е. при реакціи происходитъ замѣщеніе водныхъ остатковъ клѣтчатки остатками азотной кислоты, и образуются азотные эѳиры клѣтчатки, какъ это вполнѣ установлено изслѣдованіями *Эдера* (Eder, 1880). Смотря по условіямъ, при которыхъ ведена реакція, получаются различные эѳиры клѣтчатки, и по *Эдеру* ихъ существуетъ не менѣе пяти, а именно: шести, пяти, четырехъ, трехъ и дву-азотная клѣтчатка.

Шестиазотная клѣтчатка. $C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6$. Въ 100 ч.: C=24,23, H=2,35, N=14,14. Получается при дѣйствіи смѣси крѣпкой азотной и сѣрной кислотъ на холоду. Обладаетъ

самой легкой воспламеняемостью и самою большею взрывчатой способностью сравнительно съ остальными азотными клѣтчатками. Не растворяется въ водѣ, спиртѣ, эѳирѣ, въ смѣси спирта съ эѳиромъ, уксусной кислотѣ, метиловомъ спиртѣ; въ уксусномъ эѳирѣ $[C_2H_5(C_2H_3O_2)]$ также не растворяется на холоду, ни въ теплѣ, даже при прибавленіи обыкновеннаго эѳира, хотя при этомъ и наблюдается незначительное разбуханіе волоконъ; въ ацетонѣ $[CO(CH_3)_2]$ она разбухаетъ сильно, превращаясь въ прозрачную студенистую массу и при избыткѣ растворителя постепенно переходитъ въ растворъ.

Пятиазотная клѣтчатка. $C_{12}H_{15}O_5(NO_3)_5$. Въ 100 ч.: 12,75 N. Въ чистомъ видѣ получается растворѐніемъ любой азотной клѣтчатки, а также шестиазотной, въ теплой азотной кислотѣ и осаждѐніемъ полученнаго раствора избыткомъ сѣрной кислоты. Растворяется въ смѣси спирта съ эѳиромъ. Въ этиловомъ эѳирѣ не растворяется, наоборотъ легко растворяется въ уксусномъ эѳирѣ; въ холодной уксусной кислотѣ растворяется только отчасти.

Четырехазотная клѣтчатка. $C_{12}H_{16}O_6(NO_3)_4$. Въ 100 ч. 11,11N. Образуется при обработкѣ хлопка смѣсью равныхъ объемовъ сѣрной (уд. в. 1,845) и азотной (уд. в. 1,40) кислотъ при 80° въ продолжѐніе 15 минутъ. Не растворяется въ чистомъ эѳирѣ и чистомъ спиртѣ, напротивъ легко растворяется въ смѣси спирта съ эѳиромъ, въ уксусномъ эѳирѣ, въ смѣсяхъ уксусной кислоты и эѳира, въ древесномъ спиртѣ; въ холодной уксусной кислотѣ растворяется только отчасти, въ кипящей же переходитъ въ растворъ постепенно.

Трехазотная клѣтчатка. $C_{12}H_{17}O_7(NO_3)_3$. Въ 100 ч.: 9,15N. Получается при тѣхъ же условіяхъ, какъ и четырехазотная, отъ которой ее не удается отдѣлить вполнѣ. Трехазотная клѣтчатка или, точнѣе, продуктъ, богатый этимъ соединеніемъ, растворяется постепенно въ абсолютномъ спиртѣ и въ смѣси спирта и эѳира и изъ этого послѣдняго раствора осаждается избыткомъ эѳира. Въ уксусномъ эѳирѣ, кипящей уксусной кислотѣ и метиловомъ спиртѣ легко растворяется.

Двуазотная клѣтчатка. $C_{12}H_{18}O_8(NO_3)_2$. Въ 100 ч. 6,76 ч. азота. Получается при дѣйствіи очень разведенной и горячей азотно-сѣрной кислоты на хлопокъ, а также при дѣйствіи ѣдкихъ щелочей на остальныя азотнокислыя клѣтчатки. При высушиваніи превращается въ желтоватое камедеобразное тѣло; легко растворяется въ абсолютномъ спиртѣ, смѣси спирта и эѳира, уксусной кислотѣ, метиловомъ спиртѣ, ацетонѣ, но трудно—въ чистомъ эѳирѣ; трудно-воспламеняется; эѳирно-спиртовой растворъ при выпариваніи оставляетъ непрозрачную, молочно-мутную перепонку (отличіе отъ 4-хъ и 3-хъ азотныхъ клѣтчатокъ).

Изъ этихъ азотнокислыхъ эѳировъ шестиазотная клѣтчатка, не растворимая въ спиртѣ и эѳирѣ и ихъ смѣсяхъ, и обладающая самой легкой воспламеняемостью и взрывчатостью, образуетъ главную составную часть такъ называемаго *взрывчатаго хлопка* или *взрывчатаго пироксилина*; другія же азотнокислыя клѣтчатки, растворимыя въ смѣси спирта и эѳира и обладающія меньшею взрывчатою способностью, входятъ въ составъ такъ называемаго *коллодіоннаго хлопка* или *коллодіоннаго пироксилина*.

Образованіе взрывчатыхъ соединеній при дѣйствіи азотной кислоты на клѣтчатку, крахмалъ и т. д. было первый разъ указано въ 1832 г. французскимъ химикомъ *Браконо* (Braconnot) и подтверждено *Пелузомъ* (Pelouze, 1838), который ближе изслѣдовалъ продуктъ дѣйствія азотной кислоты на клѣтчатку и назвалъ его *пироксилиномъ*. Въ 1845 г. *Шенбейну* въ Базелѣ удалось дѣйствіемъ азотной кислоты на чистую клѣтчатку получить продуктъ, обладающій до-

статочнымъ постоянствомъ, и доказать примѣнимость этого продукта для стрѣльбы и взрывныхъ работъ. Тѣмъ не менѣе опыты, произведенные съ этимъ тѣломъ во Франціи, Россіи, Пруссіи и Англіи, не дали первоначально удовлетворительныхъ результатовъ, и только въ Австріи, благодаря энергіи *Ленка* (v. Lenk), фабрикація пироксилина (именно взрывчатаго) была на столько усовершенствована, что въ 1853 году былъ устроенъ заводъ для фабрикаціи взрывчатаго пироксилина (рыхлаго) и приступлено къ разработкѣ примѣненія его для стрѣльбы изъ орудій. Но и здѣсь дѣло не было осуществлено, такъ-какъ вслѣдствіе нѣсколькихъ взрывовъ отъ необъяснимыхъ причинъ, фабрикація взрывчатаго пироксилина была прекращена, и явилось убѣжденіе, что пироксилинъ не даетъ гарантій прочности. Только послѣ усовершенствованія производства взрывчатаго пироксилина англійскимъ химикомъ *Фредерикомъ Абелемъ* (F. Abel 1865 г.) и работъ шведскаго инженера *Альфреда Нобеля* (A. Nobel 1875—89) и *Вьелля* (Vieille, 1886), надъ примѣненіемъ коллодіоннаго пироксилина въ техникѣ взрывчатыхъ тѣлъ, взрывчатый и коллодіонный пироксилины получили широкое примѣненіе—первый (въ прессованномъ видѣ) для взрывныхъ работъ (въ морскомъ военномъ дѣлѣ), а также (въ зерненомъ видѣ) для приготовленія нѣкоторыхъ видовъ бездымнаго пороха, второй—для полученія гремучаго студня (растворъ пятиазотной клѣтчатки въ нитроглицеринѣ), получившаго широкое примѣненіе въ инженерномъ и горнозаводскомъ дѣлѣ, а также для приготовленія всего болѣе употребляемыхъ видовъ бездымнаго пороха, вытѣсняющаго изъ употребленія обыкновенный порохъ, примѣненіе котораго для взрывныхъ работъ было уже ранѣе (въ 60-хъ годахъ) вытѣснено нитроглицериномъ и его препаратами. Такимъ образомъ, промежутка 50 лѣтъ было достаточно, чтобы уничтожить монополію сѣроугольно-селитреннаго пороха, которой онъ пользовался въ Европѣ въ теченіе пяти столѣтій, какъ единственное удобопримѣняемое взрывчатое вещество для стрѣльбы и для взрывныхъ работъ.

Въ Россіи пироксилинъ стали производить съ 1880 г.

Взрывчатый пироксилинъ. Приготовленіе взрывчатаго пироксилина въ общихъ чертахъ очень просто. Хорошо очищенную хлопчатую бумагу подвергаютъ дѣйствію смѣси азотной и сѣрной кислотъ и полученный продуктъ тщательно промываютъ (водой и слабыми щелочами) до полнаго удаленія кислотъ. Очищенный отъ кислотъ продуктъ или непосредственно высушиваютъ при умѣренной температурѣ и получаютъ въ видѣ рыхлой массы, по виду напоминающей хлопокъ (рыхлый взрывчатый пироксилинъ Lenk'а), или (для болѣе полнаго удаленія кислотъ) измельчаютъ подъ водой и по-

лученную измельченную массу, послѣ отдѣленія отъ избытка воды, превращаютъ сильнымъ прессованіемъ въ шашки различной величины и вида (*прессованный взрывчатый пироксилинъ Абеля*).

Фабричное приготовленіе рыхлаго взрывчатаго пироксилина, какъ тѣла не вполнѣ постояннаго (вслѣдствіе невозможности отмыть отъ него всей свободной кислоты), теперь совершенно оставлено, и во всѣхъ европейскихъ государствахъ приготовляютъ прессованный взрывчатый пироксилинъ и притомъ въ значительныхъ количествахъ.

Для приготовленія этого вида взрывчатаго пироксилина употребляютъ или сырой хлопокъ, какимъ онъ доставляется въ Европу изъ тропическихъ странъ, или же (въ настоящее время всего чаще) такъ называемые хлопчато-бумажные концы, составляющіе отбросъ, остающійся на веретенахъ въ бумагопрядильныхъ и ткацкихъ фабрикахъ. Концы эти бываютъ различныхъ достоинствъ и содержатъ всегда большее или меньшее количество жира (отъ машинъ) и случайныхъ примѣсей (куски тканей, веревокъ, гвоздей и т. п.). Концы, пригодные для фабрикаціи взрывчатаго хлопка, собираютъ отдѣльно, очищаютъ отъ жира буленіемъ слабыми растворами щелочей или известью, иногда бѣлятъ (хлорной известью) и затѣмъ промываютъ водой и сушатъ. Если концы очень загрязнены жирами, тогда предварительно извлекаютъ изъ нихъ большую часть жировъ экстракціоннымъ способомъ при помощи нефтянаго бензина (у. в. 0,715—0,720) и затѣмъ уже окончательно удаляютъ жиры буленіемъ. Это очищеніе концовъ производятъ обыкновенно на отдѣльныхъ заводахъ и ихъ уже въ очищенномъ видѣ доставляютъ въ тюкахъ на заводы, производящіе взрывчатый хлопокъ. Хлопокъ или очищенные бумажные концы, доставленные на заводъ, очищаютъ отъ механическихъ посторонніхъ примѣсей и нѣсколько разрыхляютъ ручной работой, затѣмъ для дальнѣйшаго разрыхленія и очищенія пропускаютъ черезъ волкмашину (см. прядильныя волокна) и (на нѣкоторыхъ заводахъ) черезъ чесальную машину, съ цѣлью придать параллельность волокнамъ и превратить хлопокъ въ непрерывные листы (вату) около 1 см. толщины, которые наворачиваютъ на катушки (длин. 1 м., діаметръ 0,5 м., вѣсъ около 12 кгр.). Это разрыхленіе хлопка имѣетъ большое значеніе для послѣдующаго процесса—нитраціи, такъ-какъ оно облегчаетъ равномѣрное прониканіе кислоты въ обрабатываемый матеріалъ.

Разрыхленный хлопокъ подвергаютъ затѣмъ *сушкѣ* въ сушиль-

няхъ различнаго устройства, съ цѣлью удалить изъ него гигроскопическую воду (20%), которая, примѣшиваясь къ кислотной смѣси при нитраціи, безполезно разбавляла бы послѣднюю.

Сушку производятъ при температурѣ 90—100° и оканчиваютъ, когда хлопокъ будетъ содержать не болѣе 1—0,5% воды. Высушенный хлопокъ подвергаютъ *охлажденію* безъ доступа воздуха въ цинковыхъ цилиндрахъ, закрытыхъ крышками. Послѣ охлажденія хлопокъ развѣшиваютъ на партіи вѣсомъ 0,5 кгр. и въ хорошо закрытыхъ глиняныхъ горшкахъ доставляютъ въ свѣтлыя и хорошо провѣтриваемыя помѣщенія для *обработки кислотной смѣсью.*

Обработка эта требуетъ большаго навыка и вниманія со стороны какъ рабочихъ, такъ и руководителей работъ, такъ-какъ при несоблюденіи всѣхъ требуемыхъ условій легко получить недоброкачественный продуктъ или вызвать быстрое и полное окисленіе приготовляемаго взрывчатаго хлопка съ выдѣленіемъ окисловъ азота.

Кислотную смѣсь готовятъ изъ 1 части азотной кислоты уд. в. 1,50 и 3 частей сѣрной уд. в. 1,85, по возможности чистыхъ [1]). Кислоты въ требуемыхъ количествахъ помѣщаютъ въ чугунные резервуары и спускаютъ тонкими струями (при помощи трубокъ, снабженныхъ кранами) въ нижепоставленный чугунный же ящикъ съ двойными стѣнками, между которыми постоянно протекаетъ холодная вода съ цѣлью устранить нагрѣваніе (выше 20°), которое могло-бы повлечь за собою взаимодѣйствіе кислотъ при ихъ смѣшеніи и выдѣленіе значительнаго количества окисловъ азота. Чугунный ящикъ для смѣшенія кислотъ снабженъ мѣшалкой, которая приводится въ движеніе во все время смѣшенія, и чугунной крышкой съ выпускной трубой. Полученную смѣсь спускаютъ въ чугунные закрытые резервуары, также охлаждаемые водой, гдѣ она хранится до употребленія въ дѣло.

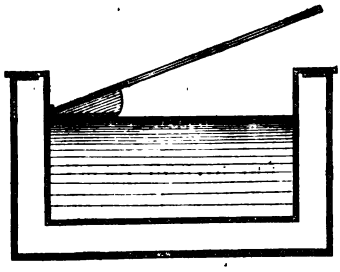
Обработку очищеннаго и хорошо высушеннаго хлопка описанной смѣсью кислотъ производятъ или въ чугунныхъ, или въ свинцовыхъ сосудахъ, или (рѣже) въ болѣе сложныхъ аппаратахъ; изъ этихъ по-

---

1) Сѣрная кислота не должа содержать болѣе 0,14% плотныхъ примѣсей, 0,04% окиси желѣза и 0,1% мышьяка, не должна содержать и слѣдовъ окисловъ азота, и только слѣды хлора. Азотная кислота не должна содержать болѣе $3^1/_2$% окисловъ азота и 0,05% сѣрной кислоты и не должна вовсе содержать азотнонатріевой соли. Въ виду простоты производства и трудности перевозки крѣпкой азотной кислоты, заводы приготовляютъ ее обыкновенно сами; сѣрную же кислоту пріобрѣтаютъ готовою.

слѣднихъ центрофуга для нитраціи заслуживаетъ самаго большаго вниманія.

При нитраціи въ чугунныхъ сосудахъ употребляютъ четырехугольныя ванны (длин. 0,8 мет., шир. 0,35 м., глуб. 0,4 м.), къ заднимъ стѣнкамъ которыхъ придѣлано по рѣшеткѣ и рычагу (фиг. 249).



Фиг. 249.

Нѣсколько подобныхъ ваннъ помѣщаютъ въ рядъ въ длинный резервуаръ, черезъ который постоянно протекаетъ холодная вода. Ванны устанавливаютъ вдоль стѣны, подъ колпакомъ, снабженнымъ гончарной трубой для отвода окисловъ азота. Тяга усиливается паровымъ инжекторомъ, направляющимъ газы или въ воздухъ, или въ аппараты для улавливанія окисловъ азота. Въ ящики помѣщаютъ опредѣленное количество кислотной смѣси и погружаютъ въ нее небольшими порціями отвѣшенное количество хлопка (0,5 кгр.) при помощи желѣзной вилки [1]). Погруженіе производятъ по возможности быстро, такъ-какъ хлопокъ легко вполнѣ окисляется, если часть его при началѣ нитраціи остается на воздухѣ. Когда указаннымъ способомъ все содержимое горшка погружено въ кислотную смѣсь, тогда осторожно перемѣшиваютъ хлопокъ желѣзной лопаткой или продырявленной ложкой и оставляютъ лежать въ ваннѣ отъ 5 до 6 минутъ.

Подъ вліяніемъ кислотной смѣси хлопокъ превращается въ взрывчатый пироксилинъ, при чемъ принимаетъ желтоватый цвѣтъ, жирный блескъ и значительно увеличивается въ вѣсѣ. Пролежавъ должное время въ кислотной смѣси, хлопокъ или, вѣрнѣе, полученный изъ него взрывчатый пироксилинъ, вынимаютъ изъ ванны, помѣщаютъ на рѣшетку и здѣсь отжимаютъ отъ избытка кислоты помощью массивной доски, прикрѣпленной къ рычагу, или какимъ нибудь другимъ приспособленіемъ.

Отжиманіе ведутъ на столько, чтобы послѣ отжиманія 1 в. ч. хлопка удерживала еще 11—12 в. ч. кислотной смѣси. Отжатый

[1]) Отношеніе между вѣсомъ кислотной смѣси и вѣсомъ погружаемаго въ нее хлопка на различныхъ заводахъ весьма различно и зависитъ отъ влажности воздуха, температуры, крѣпости кислотъ (главнымъ образомъ), свойствъ хлопка и т. д. и устанавливается на основаніи предварительныхъ опытовъ. Въ большей части случаевъ берутъ не менѣе 50 ч. кислотной смѣси на 1 ч. хлопка, часто значительно больше (до 200 ч. и болѣе).

на рѣшеткѣ взрывчатый пироксилинъ помѣщаютъ въ глиняные горшки, въ которыхъ оканчивается реакція (*дополнительная нитрація*).

Погруженіе дальнѣйшихъ порцій хлопка въ ту-же кислотную смѣсь не слѣдуетъ повторять слишкомъ часто, такъ-какъ смѣсь эта разбавляется образующейся при реакціи водой, и часть ея уносится обрабатываемымъ хлопкомъ. Когда кислотная смѣсь становится болѣе негодна для полученія взрывчатаго пироксилина, тогда ее употребляютъ вмѣсто чистой сѣрной кислоты для разложенія селитры при приготовленіи азотной кислоты или пользуются ея для полученія колодіоннаго пироксилина.

Вотъ примѣрный составъ отработавшей кислотной смѣси:

Моногидратъ азотной кислоты	10
Моногидратъ сѣрной кислоты	80
Вода	10
	100

Выходящій изъ кислотныхъ ваннъ продуктъ, хотя и сильно нитрованъ, но не имѣетъ еще однороднаго состава; въ виду этого онъ подвергается *дополнительной нитраціи* въ горшкахъ на счетъ кислотной смѣси, увлеченной имъ изъ ваннъ.

Дополнительную нитрацію производятъ въ отдѣльныхъ помѣщеніяхъ, которыя должны быть особенно хорошо провѣтриваемы, такъ-какъ при этой работѣ температура воздуха не должна подыматься выше 20°, и естественная тяга должна уносить образующіеся пары. Горшки со взрывчатымъ пироксилиномъ, доставленные отъ центрофуги, устанавливаютъ въ помѣщеніи одинъ возлѣ другаго на полу, который обыкновенно нѣсколько углубленъ въ землѣ, что, при перекинутыхъ мосткахъ, значительно ускоряетъ работу, а въ особенности вынимание горшковъ. Послѣднее бываетъ часто необходимо, такъ-какъ во время дополнительной нитраціи содержимое отдѣльныхъ горшковъ, а также болѣе значительныхъ партій, подвергается иногда быстрому окисленію съ выдѣленіемъ окисловъ азота, и тогда приходится скоро удалить такіе горшки изъ помѣщенія и выбросить содержимое ихъ въ большіе чаны съ водой. Подобныя ненормальныя явленія обнаруживаются обыкновенно при началѣ дополнительной нитраціи и зависятъ отъ разныхъ причинъ, всего чаще отъ высокой окружающей температуры, а потому заводы предпочитаютъ производить нитрацію или только въ холодное время года, или лѣтомъ по ночамъ, или наконецъ помѣщать горшки съ взрывчатымъ пироксилиномъ въ большіе неглубокіе бассейны, черезъ которые протекаетъ холодная вода. Дополнительная нитрація продолжается 24—28 ч.; даже всего 12 ч., эта продолжительность зави-

сить отъ продолжительности нитраціи собственно и стоитъ къ ней въ обратномъ отношеніи. Во время дополнительной нитраціи на нѣкоторыхъ заводахъ въ горшки прибавляютъ нѣкоторое количество кислотной смѣси.

Немедленно послѣ окончанія дополнительной нитраціи содержимое горшковъ подвергаютъ вторично центрофугированію для удаленія механически приставшей кислоты и затѣмъ подвергаютъ систематическому промыванію чистой водой [1]) въ чанахъ съ ложнымъ продырявленнымъ днемъ до тѣхъ поръ, пока промывная вода не перестанетъ показывать кислой реакціи съ лакмусомъ. Промываніе длится въ среднемъ 2—4 дня.

На нѣкоторыхъ заводахъ промываемый взрывчатый пироксилинъ въ первомъ промывномъ чанѣ перемѣшиваютъ струею воздуха или также въ послѣднемъ чанѣ обрабатываютъ короткое время горячимъ водянымъ паромъ, прибавляя иногда къ промывной водѣ небольшое количество соды. Нерѣдко въ настоящее время для промыванія взрывчатаго пироксилина, вынутаго изъ центрофуги, употребляютъ промывные голландеры (см. писче-бумажное производство).

Нитрація въ свинцовыхъ сосудахъ относительно проще. Опредѣленное число свинцовыхъ горшковъ, снабженныхъ остовомъ изъ кованнаго желѣза, помѣщаютъ въ бассейнъ, по которому протекаетъ холодная вода, и наполняютъ ихъ соотвѣтственнымъ количествомъ кислотной смѣси. Отвѣшенное количество хлопка погружаютъ затѣмъ обычнымъ путемъ и оставляютъ въ кислотной смѣси 2—3 часа. Послѣ окончанія нитраціи, содержимое горшковъ непосредственно отправляютъ на центрофугу и, послѣ отдѣленія кислотной смѣси, взрывчатый хлопокъ промываютъ указаннымъ способомъ. Этимъ путемъ значительно упрощается работа, и облегчается вторичное употребленіе кислотной смѣси, такъ-какъ вся она получается за разъ, и ее легче привести къ нормальному составу соотвѣтственнымъ прибавленіемъ новыхъ порцій кислотъ. Тѣмъ не менѣе, нитрація въ свинцовыхъ сосудахъ представляетъ ту невыгоду, что свинецъ быстрѣе разъѣдается кислотной смѣсью, нежели чугунъ.

---

[1]) Вода, служащая для промыванія взрывчатаго хлопка, не должна содержать взвѣшенныхъ тѣлъ, растворимыхъ органическихъ соединеній и быть по возможности мягкой, такъ-какъ взрывчатый хлопокъ, имѣя свойства фильтрующаго матеріала, удерживаетъ названныя тѣла и загрязняется ими. Если заводъ не располагаетъ водою должныхъ качествъ, то приходится очищать воду фильтрованіемъ или даже химическимъ путемъ (стр. 18—34). Промывныя, сточныя воды, передъ выпускомъ изъ завода должны быть освобождены отъ волоконецъ взрывчатаго пироксилина отстаиваніемъ въ бассейнахъ и, если нужно, нейтрализованы. На каждый кгр. приготовляемаго хлопка расходуется отъ 150 до 200 лит. воды.

При нитраціи въ центрофугахъ работа еще проще. Центрофуга для нитраціи (Selwig и Lange, 1891) состоитъ изъ желѣзнаго проволочнаго барабана (діаметръ 0,850), окруженнаго чугуннымъ кожухомъ, снабженнымъ выпускнымъ краномъ и закрытымъ крышкой, въ которой находится отверстіе для нагрузки хлопка и отверстіе для помѣщенія вытяжной трубы, тяга въ которой усиливается паровымъ инжекторомъ. Въ центрофугу вливаютъ опредѣленное количество кислотной смѣси, приводятъ барабанъ въ медленное вращеніе и погружаютъ отвѣшенное количество хлопка (8 кгр.) малыми порціями въ кислотную смѣсь. Затѣмъ аппаратъ оставляютъ въ покоѣ и черезъ опредѣленный промежутокъ времени (30 минутъ) выпускаютъ кислотную смѣсь изъ центрофуги, закрываютъ отверстіе, служащее для нагрузки хлопка, приводятъ въ быстрое вращеніе барабанъ центрофуги и затѣмъ, когда отдѣленіе кислотной смѣси окончено, взрывчатый пироксилинъ вынимаютъ и промываютъ обычнымъ образомъ. Недостатки только-что описаннаго способа состоятъ въ томъ, что центрофуга, даже при тщательномъ уходѣ, относительно быстро портится, и что при работѣ за разъ съ большимъ количествомъ вещества, труднѣе предупредить и пріостановить ненормальныя реакціи, если онѣ вслѣдствіе тѣхъ или другихъ причинъ наступятъ.

Замѣтимъ, что для ускоренія работы было предложено также (Nobel, 1894) производить нитрацію хлопка въ закрытыхъ сосудахъ, изъ которыхъ послѣ помѣщенія хлопка выкачиваютъ воздухъ и затѣмъ впускаютъ кислотную смѣсь, которая быстро и равномѣрно проникаетъ и нитруетъ хлопокъ, освобожденный отъ воздуха. Въ аппаратахъ подобнаго рода можно нитровать за разъ 50 кгр. хлопка.

Какъ ни тщательно промывать взрывчатый пироксилинъ водой, однимъ промываніемъ не удается удалить изъ него всей кислоты, необыкновенно упорно удерживающейся въ центральной полости волоконъ хлопка. Въ виду этого, для полнаго удаленія кислотъ изъ взрывчатаго пироксилина, его *измельчаютъ* и, послѣ тщательнаго промыванія, его напитываютъ углекислыми солями, съ цѣлью нейтрализовать послѣдніе неотмытые слѣды кислоты. Въ этихъ пріемахъ и заключается главное усовершенствованіе фабрикаціи пироксилина, сдѣланное *Ф. Абелемъ*, такъ-какъ они дали возможность сообщить взрывчатому пироксилину большое постоянство при сохраненіи, а также (прессованіемъ измельченной массы) сообщить ему компактную и удобоупотребляемую форму.

Измельченіе взрывчатаго пироксилина производятъ въ такихъ-же *голландерахъ*, какіе употребляются въ писчебумажномъ производствѣ

для измельченія тряпья, и самое измельченіе продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока въ полученной массѣ строеніе волоконъ будетъ замѣтно и въ промывныхъ водахъ бумажка, пропитанная смѣсью іодистаго калія и крахмальнаго клейстера, будетъ обнаруживать присутствіе кислоты. Послѣ окончанія измельченія, которое длится обыкновенно часовъ 12, массу спускаютъ въ промывной голландеръ (см. писчебумажное производство), въ который спускаются поочередно массы всѣхъ работающихъ на заводѣ голландеровъ, и здѣсь вполнѣ промывается водою. Въ этихъ-же промывныхъ голландерахъ, образующихъ, такъ сказать, резервуары для вполнѣ измельченнаго взрывчатаго пироксилина, къ этому послѣднему прибавляютъ углекислыхъ солей, а именно: угленатріевой соли или (всего чаще и лучше) углекальціевой соли (мѣлъ) въ количествѣ $1^1/_2$—2 ч. на 100 ч. взрывчатаго хлопка [1]). Послѣ измельченія, промыванія и прибавленія углекислыхъ солей, полученной массѣ даютъ отстояться или въ промывныхъ голландерахъ, или въ отдѣльныхъ чанахъ. Когда взрывчатый пироксилинъ, удѣльный вѣсъ котораго больше воды, осядетъ на дно, спускаютъ верхній слой воды и переносятъ осѣвшую массу въ деревянное корыто съ продырявленнымъ дномъ, гдѣ происходитъ дальнѣйшее освобожденіе ея отъ воды. Въ заводахъ съ большимъ производствомъ осѣвшая масса поступаетъ сначала въ чанъ, снабженный мѣшалкой, для возможно равномѣрнаго распредѣленія углекислой соли по всѣмъ частямъ массы, а затѣмъ въ корыто съ дырчатымъ дномъ.

Если взрывчатый пироксилинъ подлежитъ перевозкѣ въ рыхломъ видѣ, въ такомъ случаѣ отдѣленіе измельченнаго пироксилина отъ воды производятъ обыкновенно при помощи центрофуги и полученный продуктъ, съ содержаніемъ 30% воды, укупориваютъ прессованіемъ въ деревянные ящики, выложенные цинковыми листами. Каждый ящикъ содержитъ 80—100 кгр. сухаго взрывчатаго пироксилина. Центрофуги, служащія для отдѣленія измельченнаго взрывчатаго пироксилина отъ воды, имѣютъ мѣдный продырявленный барабанъ, обложенный внутри желѣзной сѣтчатой тканью и затѣмъ фланелью.

Полученную влажную массу взрывчатаго пироксилина подвергаютъ затѣмъ *прессованію*, съ цѣлью превратить ее въ твердое тѣло

[1]) По мнѣнію *Гуттманна* (Guttmann, Explosivstoffe, Braunschw., 1895) прибавленіе углекислыхъ солей къ взрывчатому пироксилину по меньшей мѣрѣ безполезно. Хорошо приготовленный взрывчатый пироксилинъ не содержитъ свободныхъ кислотъ и не образуетъ ихъ при правильномъ храненіи; количество же кислотъ, которое можетъ образоваться при неправильномъ приготовленіи или сохраненіи взрывчатаго пироксилина, далеко превосходитъ количество прибавленныхъ углекислыхъ солей и не можетъ быть поэтому ими нейтрализовано.

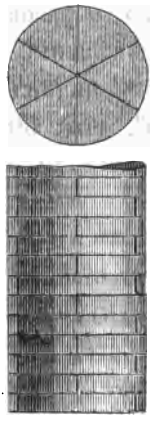
различной, по большей части правильной формы (шашки). Прессованіе это производятъ въ два пріема, а именно массу подвергаютъ сначала слабому (предварительному), а затѣмъ сильному (окончательному) прессованію. Предварительное прессованіе имѣетъ цѣлью придать массѣ въ общихъ чертахъ требуемую форму и довести въ ней содержаніе воды до опредѣленнаго и по возможности постояннаго содержанія, и тѣмъ сберечь, во первыхъ, работу и время при окончательномъ прессованіи, требующемъ значительной силы и дорогихъ приборовъ, и облегчить, во вторыхъ, производство шашекъ по возможности одинаковаго вѣса и плотности.

Для предварительнаго прессованія служатъ бронзовыя формы, размѣры и видъ поперечнаго сѣченія которыхъ равны размѣрамъ и виду поперечнаго сѣченія изготовляемой шашки, а высота значительно больше этой послѣдней. Формы эти при помощи воронки и деревянной палочки наполняютъ отвѣшеннымъ количествомъ взрывчатаго пироксилина, взболтаннымъ въ теплой водѣ, и переносятъ на столъ, снабженный надставками, съ сѣтчатымъ дномъ, въ которыя вставляютъ формы, покрывъ предварительно сѣтку тканью. Изъ подъ сѣтки идетъ отводная труба къ всасывающему насосу, при дѣйствіи котораго черезъ форму протягивается воздухъ, уносящій съ собой значительную часть воды, содержащейся въ взрывчатомъ пироксилинѣ. Затѣмъ формы помѣщаютъ подъ прессъ для предварительнаго прессованія—обыкновенный ручной прессъ или (теперь всего чаще) прессъ, приводимый въ дѣйствіе механической силой. Шашки, послѣ предварительнаго прессованія, должны быть на столько прочны, чтобы не распадаться при дальнѣйшей работѣ; онѣ содержатъ 50% воды и имѣютъ поперечное сѣченіе равное, а высоту въ три раза большую окончательно изготовленной шашки.

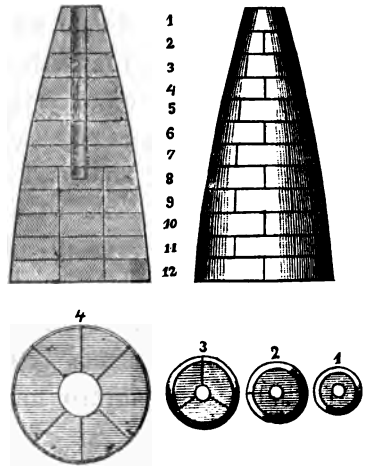
Окончательное прессованіе производятъ подъ давленіемъ (500—1000 кгр. на кв. см.) въ стальныхъ формахъ въ вертикальныхъ гидравлическихъ прессахъ, устройство которыхъ сходно съ устройствомъ прессовъ для приготовленія пеллетъ-пороха (стр. 824), снабжая, однако, поансоны каналами или отверстіями для удаленія воздуха и воды, выдѣляющихся при прессованіи взрывчатаго пироксилина. Шашки послѣ окончательнаго прессованія имѣютъ удѣльный вѣсъ, равный 1,0—1,2, и содержатъ 12% воды.

Форма и размѣръ, которые могутъ быть приданы шашкамъ взрывчатаго пироксилина, весьма разнообразны, тѣмъ не менѣе разнообразіе это ограничивается: 1) силою гидравлическаго пресса, которая не допускаетъ производства шашекъ, площадь поперечнаго разрѣза которыхъ превышаетъ 180 кв. см., если желательно получить

взрывчатый пироксилинъ съ уд. вѣс. не менѣе 1,00; увеличеніе силы пресса, съ цѣлью полученія шашекъ съ большею поверхностью, не окупаетъ увеличенія расходовъ по обзаведенію и производству, уменьшая въ то же время безопасность работы; 2) неправильною передачею давленія по всей массѣ прессуемой шашки, не допускающей, при полученіи взрывчатаго пироксилина съ удѣльнымъ вѣсомъ 1,0, увеличеніе высоты шашки болѣе 5 см. и употребленіе сложныхъ формъ неправильнаго вида. Въ виду этого, взрывчатому пироксилину сообщаютъ прессованіемъ обыкновенно простыя и правильныя формы, а именно форму цилиндровъ (діаметръ отъ 18 мм. до вышеуказаннаго предѣльнаго, высота 50—100 мм.), шестигранныхъ призмъ (большой діаметръ 74 мм., малый—50 мм., или большой діаметръ 81 мм., малый 55 мм.), удобныхъ для наполненія оболочекъ цилиндрической формы, и четырехгранныхъ призмъ (40×50×70 мм.), для наполненія четырехугольныхъ оболочекъ и т. п. Заряды большихъ размѣровъ или иной формы готовятъскладываніемъ шашекъ описанной формы или другого вида соотвѣтственнымъ образомъ. Такъ напр., для полученія большаго заряда цилиндрической или конусовидной формы, формуютъ отдѣльные сегменты, которые складываютъ въ кружки (цилиндры) и устанавливаютъ составленные кружки одинъ на другой (фиг. 250 и 251).



Фиг. 250.



Фиг. 251.

Болѣе сложныя формы получаютъ, обработывая отдѣльныя шашки такими же пилами, рубанками, сверлами и т. д., какіе употребляютъ при обработкѣ дерева, при чемъ для избѣжанія распаденія шашекъ ихъ закрѣпляютъ между соотвѣтственными дощечками, а для избѣжанія взрыва шашки передъ обработкой и закрѣпленіемъ пропитываютъ водой, предупреждаютъ отъ нагрѣванія инструменты во время работы (обли-

вая водой) и тщательно удаляютъ опилки. Механическимъ же путёмъ въ большей части случаевъ просверливаютъ въ шашкахъ центральныя отверстія для помѣщенія запала, а также распиливаютъ шашки на небольшіе кубы или призмы (8×8×8 мм. или 10×10×20 мм.), очень удобные для наполненія сосудовъ неправильной формы.

Главное количество прессованнаго взрывчатаго пироксилина идетъ въ дѣло въ влажномъ состояніи (12—25% воды). Для нѣкоторыхъ цѣлей (наприм., для помѣщенія запаловъ) требуется взрывчатый пироксилинъ высушенный.

Для полученія такого взрывчатаго пироксилина, шашки высушиваютъ или предварительно на воздухѣ и затѣмъ въ сушильнѣ, или (если высушиваніе на воздухѣ невозможно) непосредственно въ сушильняхъ. Сушильни эти имѣютъ весьма различное устройство, но въ общемъ представляютъ камеры, въ которыхъ на рамкахъ изъ металлической проволоки, покрытой холстомъ, или изъ металлическихъ продырявленныхъ плитъ раскладываютъ взрывчатый хлопокъ, и черезъ которыя протягиваютъ воздухъ, предварительно нагрѣтый паромъ. Такъ какъ сырой взрывчатый пироксилинъ при треніи легко развиваетъ электричество, то для предупрежденія накопленія электричества, образуемаго вслѣдствіе тренія между протягиваемымъ воздухомъ и высушиваемыми шашками взрывчатаго пироксилина, предложено отводить электричество въ землю по мѣрѣ его образованія. Высушиваніе должно быть ведено (для избѣжанія измѣненія формъ) весьма постепенно и при низкой температурѣ. Сушку начинаютъ при 20° и медленно повышаютъ температуру до 36—40°, даже 60°. Послѣ окончанія сушки, температуру сушильни понижаютъ до 18—20° и выгружаютъ взрывчатый пироксилинъ.

Въ рѣдкихъ случаяхъ сушку начинаютъ въ токѣ нагрѣтаго воздуха, а оканчиваютъ при 20—30°, помѣщая въ сушильню жженую известь въ такомъ количествѣ, чтобы на каждый кубическій метръ вмѣстимости сушильни приходилось 10 кгр. извести, а на каждые 100 кгр. высушиваемаго взрывчатаго пироксилина—50 грм. этой послѣдней.

Высушенный прессованный взрывчатый пироксилинъ обладаетъ значительною гигроскопичностью, въ виду чего, для предупрежденія поглощенія воды, его нерѣдко поверхностно пропитываютъ парафиномъ (съ точк. плав. 50° и не выше 55°, стр. 240), погружая шашки въ расплавленный (въ котлѣ съ двойными стѣнками, нагрѣваемомъ паромъ) парафинъ, нагрѣтый до температуры 80°. Повторяя погруженіе два-три раза, парафинъ проникаетъ до глубины 1—7 мм. и послѣ остыванія образуетъ непроницаемый слой для воды. Такъ-какъ пропиты-

ваніе взрывчатаго пироксилина парафиномъ, какъ и водой, уменьшаетъ его чувствительность къ механическимъ воздѣйствіямъ и къ передачѣ взрыва, то передъ погруженіемъ въ расплавленный парафинъ шашекъ, снабженныхъ центральнымъ отверстіемъ для помѣщенія запала, на отверстія эти наклеиваютъ (при помощи пшеничнаго крахмальнаго клейстера) кружки изъ обыкновенной писчей бумаги и тѣмъ препятствуютъ проникапію парафина въ центральное отверстіе.

Иногда, для уменьшенія чувствительности взрывчатаго пироксилина къ механическимъ воздѣйствіямъ, все тѣло шашки пропитываютъ парафиномъ, погружая шашки въ расплавленный парафинъ на болѣе продолжительное время (15 м.) и доводя содержаніе парафина въ шашкѣ до 17%.

При сохраненіи влажнаго взрывчатаго пироксилина, онъ нерѣдко покрывается плѣсенью. Для предупрежденія появленія плѣсени, въ Англіи шашки пироксилина погружаютъ въ растворъ смѣси соды и карболовой кислоты (160 ч. воды, 1 ч. соды и 2 ч. карболовой кислоты).

Выручка взрывчатаго пироксилина колеблется вслѣдствіе неполноты нитраціи и потерь всего между 153—156 ч. (по теоріи $183^1/_2$ ч.) на 100 ч. очищеннаго и высушеннаго хлопка, при чемъ на одну часть перерабатываемаго хлопка расходуется не менѣе 4,25 ч. азотной кислоты и до 9 ч. сѣрной. Во многихъ случаяхъ расходъ кислотъ значительно больше (напр. 9 ч. азотной и 18 ч. сѣрной). Большій или меньшій расходъ кислотъ зависитъ отъ тщательности работы и отъ способа утилизаціи кислотной смѣси, служившей для нитраціи.

Свойства взрывчатаго пироксилина. Рыхлый взрывчатый пироксилинъ по внѣшнему своему виду и микроскопическому строенію сходенъ съ хлопкомъ, но тверже и грубѣе послѣдняго на ощупь. При треніи легко возбуждаетъ электричество. Прессованный взрывчатый пироксилинъ въ разрѣзѣ и изломѣ имѣетъ видъ картона съ ясно слоистымъ сложеніемъ по направленію, перпендикулярному къ направленію, по которому дѣйствовала сила во время прессованія. Цвѣтъ его въ сухомъ состояніи бѣлый, въ влажномъ—желтоватый. Удѣльный вѣсъ взрывчатаго пироксилина нѣсколько больше удѣльнаго вѣса клѣтчатки. Гравиметрическая плотность рыхлаго взрывчатаго пироксилина около 0,1, прессованнаго—смотря по силѣ прессованія—1,0—1,40; по большей части гравиметрическая плотность въ настоящее время приготовляемаго прессованнаго пироксилина колеблется между 1,15—1,20. Гигроскопичность взрывчатаго пироксилина меньше гигроскопичности хлопка, и хорошій взрывчатый пироксилинъ въ воздушно-сухомъ состояніи содержитъ около 2% воды (колеб.

1,3—5,6%). При погруженіи въ воду прессованный взрывчатый пироксилинъ поглощаетъ до 40—50% воды, въ зависимости отъ гравиметрической плотности. При этомъ поглощеніи воды объемъ прессованнаго взрывчатаго пироксилина не измѣняется. Взрывчатый пироксилинъ не имѣетъ запаха и вкуса и не обладаетъ кислой реакціею. Онъ не растворимъ ни въ холодной, ни въ горячей водѣ, а также не растворимъ въ спиртѣ и эѳирѣ и ихъ смѣсяхъ; онъ растворяется въ ацетонѣ, бензолѣ, нитробензолѣ; нитроглицеринъ его не растворяетъ, но смѣсь нитроглицерина съ взрывчатымъ пироксилиномъ растворима въ ацетонѣ. При нагрѣваніи съ воднымъ растворомъ сѣрнистаго калія взрывчатый пироксилинъ растворяется, что составляетъ отличительный признакъ отъ хлопка, нерастворимаго въ названномъ растворѣ. Крѣпкіе растворы ѣдкаго кали медленно разлагаютъ взрывчатый пироксилинъ; въ присутствіи спирта разложеніе идетъ быстро (Hess и Schwab, 1877). При обработкѣ растворомъ іода въ іодистомъ каліѣ, взрывчатый пироксилинъ окрашивается въ желтый цвѣтъ, хлопокъ же послѣ обработки сѣрной кислотой—въ синій.

Главную составную часть взрывчатаго пироксилина составляетъ (по Eder'у), какъ уже сказано выше, шестиазотная клѣтчатка[1]), но вслѣдствіе неполноты реакціи фабрично приготовленный взрывчатый пироксилинъ содержитъ всегда небольшое количество (доли процентовъ) неизмѣненной клѣтчатки, низшихъ азотнокислыхъ эѳировъ, растворимыхъ въ смѣси спирта и эѳира (въ прежнее время до 12%. теперь—не болѣе 2—5%), а вслѣдствіе неполной чистоты первоначальныхъ матеріаловъ и способа фабрикаціи—нѣкоторое количество золы (1—2%).

Въ влажномъ состояніи прессованный взрывчатый пироксилинъ, надлежащимъ образомъ приготовленный, сохраняется безъ всякихъ измѣненій и не подверженъ самопроизвольному разложенію. Сухой прессованный взрывчатый пироксилинъ, въ особенности ненадлежащимъ образомъ приготовленный, претерпѣваетъ нѣкоторое измѣненіе

---

[1]) По изслѣдованіямъ *Вьелля* (Vieille, 1882), *взрывчатый пироксилинъ* по своему составу всего болѣе приближается къ формулѣ $C_{24}H_{29}O_9(NO_3)_{11}$ и $C_{24}H_{30}O_{10}(NO_3)_{10}$. Эти препараты при нагрѣваніи съ растворомъ желѣзнаго купороса въ соляной кислотѣ (способъ Шлезинга) даютъ на 1 грам. 212—215 к. см. окиси азота, легко растворимы въ уксусноэтиловомъ и уксусноамиловомъ эѳирахъ, а также въ ацетонѣ, но нерастворимы въ смѣси спирта и эѳира. *Коллодіонный пироксилинъ* соотвѣтствуетъ формуламъ $C_{24}H_{31}O_{11}(NO_3)_9$ и $C_{24}H_{32}O_{12}(NO_3)_8$ и даетъ на 1 грм. 188—192 куб. см. окиси азота. Онъ растворяется, какъ и взрывчатый пироксилинъ, въ уксусноэтиловомъ и уксусноамиловомъ эѳирахъ, а также въ ацетонѣ, но кромѣ того и въ смѣси спирта и эѳира. Результаты эти должно признать достаточно согласными съ результатами *Эдера*, тѣмъ болѣе, что въ статьѣ *Вьелля* нѣтъ указаній ни относительно чистоты употребленнаго имъ хлопка, ни относительно тщательности, съ которой были очищены полученные имъ продукты.

подъ вліяніемъ свѣта и теплоты, при чемъ выдѣляются окислы азота, и клѣтчатка подвергается болѣе глубокому окисленію. Вслѣдствіе этихъ химическихъ измѣненій выдѣляется тепло, и можетъ произойти самовозгараніе взрывчатаго пироксилина. Въ виду этого, храненіе сухаго взрывчатаго пироксилина, даже прессованнаго, требуетъ большой осторожности.

Температура воспламененія сухаго взрывчатаго пироксилина лежитъ между 136—250°, при чемъ чѣмъ чище и лучше приготовленъ взрывчатый пироксилинъ и чѣмъ медленнѣе было ведено нагрѣваніе, тѣмъ выше точка воспламененія. Современные сорта сухаго прессованнаго взрывчатаго пироксилина при быстромъ нагрѣваніи выдѣляютъ красные пары при 170° и воспламеняются при 180°. Сухой прессованный взрывчатый пироксилинъ на открытомъ воздухѣ сгораетъ медленно безъ взрыва, въ герметически закрытомъ пространствѣ онъ сгораетъ со взрывомъ. Влажный прессованный взрывчатый пироксилинъ, съ 25—30% воды, совсѣмъ не горитъ при соприкосновеніи съ огнемъ или накаленнымъ тѣломъ. Подъ вліяніемъ тренія и удара влажный прессованный взрывчатый пироксилинъ не взрываетъ, сухой-же взрываетъ только при извѣстныхъ благопріятныхъ условіяхъ. Только ударъ, произведенный взрывомъ гремучей ртути, всегда вызываетъ мгновенное разложеніе (детонацію) сухаго прессованнаго взрывчатаго пироксилина. Влажный прессованный взрывчатый пироксилинъ взрываетъ трудно, а при содержаніи 30% воды вовсе не взрываетъ подъ дѣйствіемъ гремучей ртути; тѣмъ не менѣе детонацію его легко и вѣрно можно произвести запальнымъ зарядомъ изъ сухаго взрывчатаго пироксилина, взорваннаго капсюлей гремучей ртути. На этомъ свойствѣ основано широкое примѣненіе влажнаго прессованнаго пироксилина въ военно-морскомъ дѣлѣ для изготовленія торпедъ, подводныхъ минъ и т. д. Влажный прессованный пироксилинъ въ шашкахъ соотвѣтственной формы плотно укладываютъ въ сосудъ, сдѣланный изъ желѣза, стали, цинка, мѣди[1]), верхнюю часть котораго наполняютъ шашками изъ сухаго прессованнаго взрывчатаго пироксилина съ центральными отверстіями, въ полость которыхъ помѣщенъ капсюль (латунные или мѣдные колпачки), наполненный гремучей ртутью и снабженный приспособленіемъ (запаломъ) для воспламененія гремучей ртути. Послѣ наполненія сосудъ герметически запаиваютъ, при чемъ припоемъ служитъ металлъ Вуда

[1]) Желѣзные и стальные сосуды покрываютъ обыкновенно особеннаго рода лакомъ для предохраненія отъ проржавливанія; цинковые и мѣдные въ такомъ покрытіи не нуждаются, такъ-какъ окисляются только поверхностно, и прочность сосуда отъ такого поверхностнаго окисленія не страдаетъ.

(Wood [1]), плав. при 60—80°, и употребляютъ въ дѣло. Чтобы обезпечить надежность взрыва, отношеніе между вѣсомъ влажнаго и сухаго взрывчатаго пироксилина, а также вѣсомъ употребленной гремучей ртути должно быть надлежащее. Хотя отношенія эти зависятъ отъ многихъ причинъ (въ особенности отъ влажности взрывчатаго пироксилина), тѣмъ не менѣе можно принять, что 160 грм. сухаго взрывчатаго пироксилина, воспламененнаго 1—2 грм. гремучей ртути, вполнѣ достаточно, чтобы взорвать 20—25 и болѣе кгр. влажнаго (15—20% воды) взрывчатаго пироксилина.

Природа и составъ газовъ, образующихся при горѣніи прессованнаго взрывчатаго пироксилина, зависятъ отъ способа воспламененія, собственно же отъ давленія, а именно, чѣмъ больше давленіе, тѣмъ полнѣе происходитъ окисленіе углерода и водорода на счетъ кислорода остатковъ азотной кислоты. Такъ, напр., по изслѣдованіямъ *Карольи* (Karolyi, 1863) составъ полученныхъ газовъ былъ слѣдующій:

	При взрывахъ:	
	въ торичел. пустотѣ надъ ртутью.	въ закрытой бомбѣ.
CO	28,55%	28,95
CO_2	19,11	20,82
CH_4	11,17	7,24
N_2O_2	8,83	—
H	—	3,16
N	8,56	12,67
H_2O	21,93	25,34
	98,15	98,18 [2])

При еще большемъ давленіи (Sarrau et Vieille, 1879—80) продукты горѣнія состоятъ исключительно изъ угольнаго ангидрида, окиси углерода, водорода, азота и воды, при чемъ, съ возрастаніемъ давленія или плотности заряда, количество угольнаго ангидрида и водяныхъ паровъ въ газовой смѣси возрастаетъ, и количество водорода уменьшается, такъ-что подъ самымъ большимъ давленіемъ, т. е. при плотности заряда, равномъ 1, реакція (по вычисленію), происходящая при взрывѣ взрывчатаго пироксилина, можетъ быть выражена уравненіемъ:

$$C_{24}H_{29}N_{11}O_{42}=12CO+2CO_2+17H+11N+6H_2O.$$

Общій *объемъ постоянныхъ газовъ*, получаемыхъ при взрывѣ взрывчатаго пироксилина, также измѣняется съ давленіемъ и колеблется между 565 лит. (при взрывѣ подъ обыкновеннымъ давленіемъ) и

[1]) Сплавъ 1 ч. кадмія, 1 ч. олова, 2 ч. свинца и 4 ч. висмута.

[2]) Въ опытахъ какъ подъ малымъ, такъ и подъ большимъ давленіемъ, получался несгорѣвшій уголь.

744 лит. (при взрывѣ при плотности заряда=1, вычислено) при 0° и 760 мм. на 1 кгр. взрывчатаго хлопка. Принимая воду въ газообразномъ состояніи, объемъ газовъ при взрывѣ 1 кгр. пироксилина при высокомъ давленіи будетъ равенъ около 860 кгр. при 0° и 760 мм. Вмѣстѣ съ составомъ продуктовъ, измѣняющихся съ давленіемъ, будетъ измѣняться и *теплота*, образующаяся при горѣніи взрывчатаго пироксилина, и *температура горѣнія*. Первая равна приблизительно 1000 единицамъ, вторая (вычисл. при постоян. объемѣ)—около 2500°.

Газы, выдѣляющіеся при горѣніи взрывчатаго пироксилина, вслѣдствіе присутствія въ нихъ окиси углерода и также окиси азота, ядовиты, въ виду этого употребленіе взрывчатаго пироксилина для горнозаводскихъ работъ (не говоря уже о его относительной дороговизнѣ) не удобно. Твердыя тѣла почти совершенно отсутствуютъ въ продуктахъ горѣнія взрывчатаго хлопка, а поэтому горѣніе не сопровождается образованіемъ дыма.

Шашки сухаго взрывчатаго пироксилина, поверхностно покрытыя парафиномъ, имѣютъ въ общемъ тѣ же свойства, какъ и непокрытыя парафиномъ; онѣ, зажженныя на воздухѣ, сгораютъ только нѣсколько медленнѣе.

Шашки сухаго взрывчатаго пироксилина, пропитанныя парафиномъ, столь же постоянны, какъ и шашки взрывчатаго пироксилина влажнаго; воспламеняются онѣ легче послѣднихъ, но труднѣе сухихъ, непропитанныхъ парафиномъ. Горятъ онѣ очень спокойно и медленно, такъ-что шашка, пропитанная парафиномъ, требуетъ нѣсколько секундъ для своего сгоранія. При взрывѣ прессованнаго взрывчатаго пироксилина, пропитаннаго парафиномъ, на открытомъ воздухѣ образуется много дыма, такъ-какъ въ короткій промежутокъ времени парафинъ не успѣваетъ превратиться въ газъ и сгорѣть, а только обугливается. Такъ-какъ при процессѣ этомъ поглощается много тепла, то прессованный взрывчатый пироксилинъ, пропитанный парафиномъ, при взрывѣ на воздухѣ дѣйствуетъ слабѣе прессованнаго взрывчатаго пироксилина сухаго и влажнаго; при взрывѣ подъ водой дѣйствіе взрывчатаго пироксилина, пропитаннаго парафиномъ, равно дѣйствію влажнаго взрывчатаго пироксилина.

Количество кислорода, содержащееся въ взрывчатомъ пироксилинѣ недостаточно, какъ мы видѣли выше, для полнаго окисленія содержащихся въ немъ углерода и водорода. Въ виду этого, было предложено смѣшивать взрывчатый пироксилинъ съ окисляющими тѣлами (хлорноватокаліевая соль, селитра) и употреблять подоб-

ныя смѣси для взрывныхъ работъ. Изъ многочисленныхъ смѣсей подобнаго рода смѣсь взрывчатаго пироксилина съ азотнобаріевой солью *(тонитъ)* примѣняется въ Англіи и Германіи. Для ея полученія смѣшиваютъ измельченный влажный взрывчатый пироксилинъ (52,5 грм.) съ азотнобаріевой солью (47,5 грм.) подъ бѣгунами и прессуютъ (въ гидравлическомъ прессѣ) въ патроны.

Коллодіонный пироксилинъ. Какъ уже сказано выше, коллодіонный пироксилинъ состоитъ изъ смѣси азотнокислыхъ эѳировъ клѣтчатки, содержащихъ отъ 2 до 5 остатковъ азотной кислоты, при чемъ съ уменьшеніемъ въ немъ остатковъ азотной кислоты увеличивается его растворимость въ смѣси эѳира и спирта и уменьшается его взрывчатость. Для фотографическихъ цѣлей требуется коллодіонный пироксилинъ, растворяющійся въ смѣси эѳира и спирта, въ вполнѣ безцвѣтную и прозрачную жидкость и дающій на стеклянной пластинкѣ упругій, но прочный слой коллодіума. Въ виду этого, при приготовленіи коллодіоннаго пироксилина для фотографическихъ цѣлей, стараются получить продуктъ, содержащій возможно меньше пяти-азотной клѣтчатки и состоящій по возможности изъ трех- и четырехазотной клѣтчатки. При приготовленіи взрывчатаго студня прозрачность раствора не имѣетъ значенія, а напротивъ того, коллодіонный пироксилинъ, хотя и долженъ быть растворенъ въ нитроглицеринѣ, эѳирѣ и ацетонѣ, тѣмъ не менѣе полученный растворъ долженъ обладать извѣстной вязкостью, чтобы связать нитроглицеринъ. Въ виду этого, при приготовленіи коллодіоннаго пироксилина для фабрикаціи гремучаго студня, и стараются получить продуктъ, богатый четырех- и пятиазотной клѣтчаткой. При приготовленіи нѣкоторыхъ видовъ бездымнаго пороха полная растворимость коллодіоннаго пироксилина также не играетъ роли, но желательно уменьшить дробящее его дѣйствіе (быстроту разложенія); въ виду этого, при приготовленіи коллодіоннаго пироксилина для названной цѣли, стараются получить продуктъ, состоящій главнымъ образомъ изъ трех- (для военнаго пороха) или дву- (для охотничьяго пороха) азотной клѣтчатки.

Всѣ эти разновидности коллодіоннаго пироксилина приготовляютъ въ большей части случаевъ, нитруя хорошо очищенный хлопокъ указаннымъ выше путемъ смѣсью крѣпкой сѣрной и азотной кислотъ, при чемъ, измѣняя крѣпость кислотной смѣси, количественный ея составъ, температуру и время нитраціи, получаютъ продуктъ требуемыхъ качествъ. Увеличеніе крѣпости кислотной смѣси и времени нитраціи влечетъ за собою увеличеніе числа остатковъ азотной кислоты въ продуктахъ нитраціи, а возвышеніе температуры—ихъ уменьшеніе.

Послѣ нитраціи полученные продукты тщательно промываютъ и затѣмъ или непосредственно сушатъ (коллодіонный пироксилинъ для фотографическихъ цѣлей), или сначала измельчаютъ въ голландрахъ и затѣмъ сушатъ въ рыхломъ видѣ, или (для избѣжанія пыли) послѣ предварительнаго прессованія (для приготовленія бездымнаго пороха).

Свойства коллодіоннаго пироксилина различны, смотря по преобладанію въ немъ той или другой азотной клѣтчатки, но онъ характеризуется, какъ уже было сказано нѣсколько разъ, растворимостью въ смѣси эѳира и спирта.

Эѳирно-спиртовой растворъ называется **коллодіумомъ**; для приготовленія этого послѣдняго растворяютъ коллодіонный пироксилинъ обыкновенно въ смѣси, состоящей изъ 1 ч. спирта и 2—4 ч. эѳира. Коллодіумъ, будучи вылитъ на какой нибудь предметъ, послѣ испаренія растворителя оставляетъ плотную упругую непромокаемую и совершенно прозрачную пленку. На этомъ свойствѣ основано примѣненіе коллодіоннаго пироксилина въ фотографіи и хирургіи. Коллодіонный пироксилинъ растворяется также въ уксусномъ эѳирѣ и ацетонѣ, а при 60—80° въ нитроглицеринѣ.

Кромѣ примѣненія для приготовленія взрывчатыхъ составовъ, для фотографическихъ и хирургическихъ цѣлей, коллодіонный пироксилинъ служитъ для полученія такъ называемаго *искусственнаго шелка* (см. прядильныя волокна), какъ фильтрующій матеріалъ при фильтраціи кислотъ, а также для фабрикаціи такъ называемаго *целлулоида* (плотной смѣси камфоры и коллодіоннаго пироксилина), служащаго для изготовленія разныхъ издѣлій (гребни, броши и т. д.).

Нитроглицеринъ.

(Триазотный глицеринъ).

Глицеринъ, при дѣйствіи крѣпкой азотной кислоты или смѣси азотной съ сѣрной, можетъ давать три эѳира—$C_3H_5(OH)_2(NO_3)$, $C_3H_5(OH)(NO_3)_2$ и $C_3H_5(NO_3)_3$, изъ которыхъ извѣстны только два—первый и третій, носящій неправильное названіе *нитроглицерина* и имѣющій широкое техническое примѣненіе, благодаря своей взрывчатости.

Нитроглицеринъ былъ открытъ въ 1846 г. ученикомъ *Пелуза* проф. *Собреро* (Ascanio Sobrero) въ Туринѣ и долгое время употреблялся только въ видѣ слабаго спиртоваго раствора, какъ средство противъ головной боли. Въ 1854 г., во время Крымской войны, нитро-

глицеринъ былъ въ первый разъ предложенъ нашимъ знаменитымъ химикомъ *Зининымъ* для производства взрывовъ, но широкое примѣненіе нитроглицеринъ получилъ только тогда, когда шведскій инженеръ *Альфредъ Нобель* показалъ, что нитроглицеринъ легко взрываетъ подъ вліяніемъ небольшихъ пороховыхъ зарядовъ (1868), и что самопроизвольное разложеніе нитроглицерина можетъ быть устранено, смѣшивая нитроглицеринъ съ индифферентными порошкообразными тѣлами (динамиты съ недѣятельнымъ основаніемъ, 1866). Изслѣдованіе англійскаго химика *Броуна* (Brown, въ шестидесятыхъ годахъ) надъ дѣйствіемъ запаловъ изъ гремучей ртути на пироксилинъ и примѣненіемъ ихъ къ взрыванію нитроглицерина, а также изобрѣтеніе *А. Нобелемъ* динамитовъ съ дѣятельнымъ основаніемъ (въ особенности взрывчатаго студня въ 1875 г.) еще болѣе расширили примѣненіе нитроглицерина для взрывныхъ работъ, а затѣмъ (1889 г.) и для приготовленія извѣстныхъ видовъ бездымнаго пороха.

Приготовленіе нитроглицерина. Нитроглицеринъ, какъ уже сказано, приготовляютъ, дѣйствуя на глицеринъ смѣсью сѣрной и азотной кислотъ, при условіяхъ, обезпечивающихъ хорошій выходъ и безопасность работы.

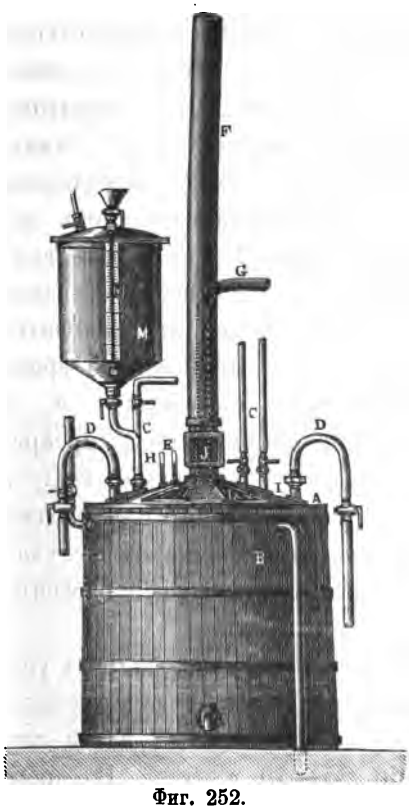
Глицеринъ, употребляемый для фабрикаціи нитроглицерина, есть „перегнанный глицеринъ“ (стр. 235), хотя нѣсколько окрашенный въ желтый цвѣтъ, но по возможности чистый и безводный (уд. в. 1,261 при 15,5°). Онъ не долженъ содержать кальція, магнія, алюминія и только слѣды хлора и мышьяка; при осторожномъ выпариваніи при 160° давать остатокъ, не превышающій 0,15%; не долженъ содержать свободныхъ жирныхъ кислотъ; при обработкѣ смѣсью изъ 1 ч. азотной кислоты (уд. в. 1,5) и 2 ч. сѣрной кислоты (уд. в. 1,845) долженъ давать нитроглицеринъ быстро (въ теченіе 5—10 минутъ), собирающійся на поверхности кислотной смѣси, образуя ясно разграниченный слой только слабо мутный, безъ пленокъ и хлопьевъ на границѣ раздѣла слоевъ. Глицеринъ, не удовлетворяющій этому послѣднему условію, не пригоденъ для фабрикаціи нитроглицерина, даже въ томъ случаѣ, если онъ удовлетворяетъ всѣмъ остальнымъ условіямъ.

Кислоты азотная и *сѣрная* берутся чистыя концентрированныя—сѣрная кислота уд. вѣс. 1,83—1,845, азотная уд. вѣс. 1,52; азотная кислота не должна содержать много окисловъ азота, такъ-какъ въ противномъ случаѣ, во время обработки глицерина кислотной смѣсью, легко можетъ наступить окисленіе, сопровождающееся большимъ выдѣленіемъ тепла и угрожающее взрывомъ. На одну вѣсовую часть глицерина берутъ обыкновенно отъ

2,7 до 3,0 ч. азотной и отъ 4,5 до 5,0 сѣрной кислотъ. Температура, при которой должно вестись приготовленіе нитроглицерина, можетъ повышаться до 30°, но работа при высокой температурѣ довольно опасна, а потому на практикѣ предпочитаютъ поддерживать температуру во время реакціи въ предѣлахъ 20—25°.

Смѣшеніе глицерина съ кислотной смѣсью ведутъ, для избѣжанія возвышенія температуры, по возможности постепенно и работу эту производили на разныхъ заводахъ весьма различно. Въ настоящее время почти исключительно примѣняютъ способъ, описанный *Баллабенэ* (R. Ballabene, 1888) и состоящій въ слѣдующемъ.

Кислотную смѣсь готовятъ тѣмъ-же путемъ, какъ и при приготовленіи взрывчатаго пироксилина, а смѣшеніе глицерина съ кислотной смѣсью производятъ въ аппаратѣ, представленномъ на фиг. 252, допускающемъ регулировать притокъ глицерина къ кислотной смѣси, перемѣшиваніе смѣси струею воздуха, охлажденіе реагирующихъ тѣлъ водой и отводъ образующихся окисловъ азота. Аппаратъ этотъ состоитъ изъ свинцоваго сосуда *A* (діам. 1,35 м.), помѣщеннаго въ деревянный чанъ *B* и снабженнаго нѣсколькими, поставленными другъ надъ другомъ свинцовыми продырявленными змѣевиками (*C*) для нагнетанія воздуха, змѣевикомъ для охлажденія *D*, термометромъ *E*, газоотводной трубой *F* и трубами для притока кислотной смѣси *G* и глицерина *H*. Крышка *I* можетъ быть снимаема, но обыкновенно примазана къ сосуду цементомъ или масляной замазкой. Въ газоотводной трубѣ *F* помѣщенъ фонарь или стекло для наблюденія за цвѣтомъ отходящихъ газовъ. Вода, служащая для охлажденія, течетъ во время работы непрерывно черезъ змѣевикъ, а также черезъ промежуточное пространство между свинцовымъ сосудомъ и деревяннымъ чаномъ. Дно аппарата установлено наклонно къ одной сторонѣ, и въ самомъ глубокомъ мѣстѣ установленъ глиняный кранъ *K*. На крышкѣ аппарата находятся нѣсколько стеколъ *L*, служащихъ для наблюденія за происхо-



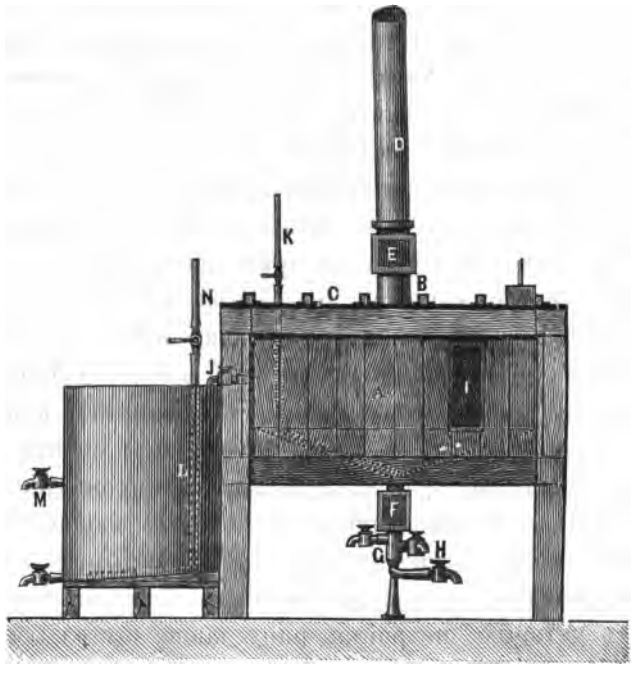
Фиг. 252.

дящимъ въ аппаратѣ. Подъ краномъ *K* устанавливаютъ обыкновенно двѣ отводныя трубы, съ которыми кранъ *K* по желанію можетъ быть сообщаемъ. Одна изъ этихъ отводныхъ трубъ служитъ для быстраго отвода содержимаго въ *предохранительный чанъ* (цементный или свинцовый большой чанъ, наполненный количествомъ воды въ 10 разъ превышающимъ содержимое сосуда *A*) въ случаѣ слишкомъ быстраго хода реакціи и опасности взрыва, другая же отводная труба служитъ для отвода содержимаго сосуда *A*, послѣ окончанія реакціи при нормальномъ ея ходѣ. Часто устанавливаютъ еще третій отводъ для спуска водъ, получающихся при промываніи прибора; промывныя воды собираютъ въ отдѣльный сосудъ, въ которомъ изъ нихъ отстаиваются небольшія количества нитроглицерина. Кислотную смѣсь, въ должномъ количествѣ и предварительно охлажденную, вводятъ въ сосудъ *A* трубкой *G*, а глицеринъ постепенно въ тотъ-же сосудъ изъ нагнетательнаго сосуда *M*, снабженнаго воронкой для вливанія глицерина, трубкой *O* для нагнетанія воздуха, измѣрительной трубкой *N* и свинцовой трубкой *H*, идущей до дна сосуда *A* и оканчивающейся змѣевикомъ съ мелкими отверстіями. При закрытомъ кранѣ отъ воронки и при нагнетаніи воздуха въ сосудъ *M*, глицеринъ мелкими струйками попадаетъ въ кислотную смѣсь, и содержимое сосуда перемѣшивается струею воздуха, нагнетаемаго (подъ давленіемъ 2 атмосферъ) по трубкамъ *CC* въ сосудъ *A*. Глицеринъ, впускаемый въ кислотную смѣсь, не долженъ быть слишкомъ сильно охлажденъ, такъ-какъ при низкой температурѣ глицеринъ становится слишкомъ вязкимъ; температура 20—25° самая выгодная. Во время работы постоянно слѣдятъ за температурой въ сосудѣ *A*, и если эта температура станетъ выше 25°, то ее умѣряютъ, прекращая временно притокъ глицерина, усиливая пропусканіе воздуха и охлажденіе водой. Если эти мѣры не помогутъ (что бываетъ рѣдко), и температура станетъ быстро возвышаться далѣе, въ такомъ случаѣ спускаютъ все содержимое сосуда *A* въ предохранительный бассейнъ для избѣжанія взрыва.

Время нитраціи зависитъ отъ количества глицерина, за разъ употребленнаго въ дѣло, отъ температуры воды, служащей для охлажденія, и отъ температуры наружнаго воздуха. Въ большей части случаевъ нитрація оканчивается въ теченіе 25—30 минутъ. Во время нитраціи выдѣляется значительное количество окисловъ азота, которые всего чаще отводятъ трубой *F* въ воздухъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда подобный отводъ окисловъ азота въ воздухъ обременителенъ для окрестныхъ мѣстностей, газы, выходящіе изъ трубы *F*, отводятъ въ башни и сгущаютъ въ нихъ окислы азота.

Послѣ нитраціи приступаютъ къ *отдѣленію нитроглицерина отъ кислотной смѣси*, которое производятъ отстаиваніемъ и при томъ или послѣ предварительнаго разбавленія водою, или непосредственно.

Первый способъ облегчаетъ работу, но затрудняетъ обратное полученіе кислотъ, въ виду разбавленія ихъ водою, а потому въ настоящее время примѣняютъ исключительно непосредственное отстаиваніе смѣси, производя его въ аппаратѣ, представленномъ на фиг. 253.



Фиг. 253.

Аппаратъ этотъ состоитъ изъ свинцоваго 4-хугольнаго чана, укрѣпленнаго на деревянномъ рѣшетованіи и имѣющаго пирамидально-заостренное дно, свинцовую крышку съ стекляными окнами, боковое окно *I*, газоотводную трубу *D* съ фонаремъ *E*, отводную трубу съ фонаремъ *F* съ тремя кранами, отверстіе для впусканія смѣси послѣ нитраціи, термометръ, трубку *J* для спусканія нитроглицерина послѣ отстаиванія и наконецъ трубу *K* для вдуванія воздуха. Отстаиваніе длится обыкновенно $^1/_2$ часа, и, при употребленіи кислотъ и глицерина надлежащихъ качествъ, послѣ указаннаго времени образуется рѣзкая граница между молочновиднымъ слоемъ кислотной смѣси и плавающимъ надъ нимъ болѣе прозрачнымъ слоемъ нитроглицерина. Когда отстаиваніе окончено, тогда нитроглицеринъ спускаютъ въ рядомъ стоящій сосудъ для предварительнаго промыванія *L*, а кислотную смѣсь черезъ одинъ изъ крановъ трубки *G* въ помѣщеніе для вторичнаго отстаиванія, до тѣхъ поръ, пока въ фонарѣ *F* не по-

явится грязная, мутная смѣсь нитроглицерина съ низшими нитропродуктами и нечистотами всякаго рода, которыя спускаютъ черезъ другой изъ крановъ, собираютъ въ ведра и вливаютъ въ сосудъ для предварительнаго промыванія.

Сосудъ для предварительнаго промыванія представляетъ собой свинцовый чанъ съ наклоннымъ дномъ и съ двумя кранами, изъ которыхъ одинъ поставленъ по возможности низко и служитъ для спусканія нитроглицерина, другой-же—на такой высотѣ, что черезъ него можетъ вытекать послѣ отстаиванія нитроглицерина только вода, но не нитроглицеринъ. Въ чанъ вливаютъ соотвѣтственное количество воды и впускаютъ въ нее нитроглицеринъ изъ отстойнаго чана тонкою струею, перемѣшивая содержимое чана струею воздуха, нагнетаемаго черезъ свинцовую продырявленную трубу *N*, доходящую до дна чана. Вода, служащая для предварительнаго промыванія нитроглицерина, должна имѣть температуру около 15°, и наблюдаютъ, чтобы температура содержимаго чана не превышала бы 30°. Такъ какъ разница въ уд. вѣсѣ воды и нитроглицерина весьма велика (1:1,6), то оба отдѣляются другъ отъ друга въ чанѣ для предварительнаго промыванія очень быстро, и потому достаточно прекратить притокъ воздуха, чтобы спустя короткое время имѣть возможность спустить воду и замѣнить ее свѣжей. Послѣ нѣсколько-кратнаго промыванія, къ послѣдней промывной водѣ прибавляютъ нѣкоторое количество соды для болѣе полнаго удаленія кислотъ. Промывныя воды, всегда увлекающія небольшія количества нитроглицерина, отправляютъ въ отстойные бассейны, въ которыхъ нитроглицерину даютъ отстояться.

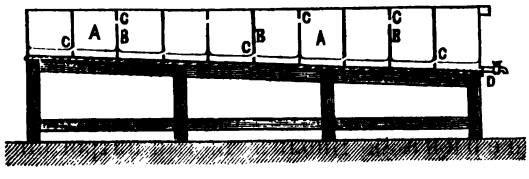
Послѣ предварительнаго промыванія, нитроглицеринъ подвергаютъ затѣмъ окончательному промыванію тепловатою водой (30—50°). Это промываніе производили прежде въ чанахъ, выложенныхъ свинцомъ и снабженныхъ механическими мѣшалками, въ настоящее же время его производятъ въ чанахъ, имѣющихъ устройство, анологическое описаннымъ выше чанамъ для предварительнаго промыванія, взбалтываніе въ которыхъ производятъ струею воздуха.

Вполнѣ промытый нитроглицеринъ подвергаютъ затѣмъ *фильтрованію* для удаленія изъ него взвѣшенныхъ тѣлъ (слизи, грязи отъ соды и т. д.). Всего проще и чаще фильтрованіе производятъ такимъ образомъ, что промытый нитроглицеринъ пропускаютъ черезъ фланель или войлокъ, натянутый на рамку; полезно помѣщать два подобныхъ фильтра одинъ надъ другимъ. Такъ какъ вполнѣ отдѣлить нитроглицеринъ отъ воды отстаиваніемъ при обыкновенной температурѣ почти невозможно, то на многихъ заводахъ для поглощенія изъ глицерина всей воды помѣщаютъ на фильтръ слой высушенной поваренной соли,

поглощающей воду. Полное отдѣленіе нитроглицерина отъ воды достигаютъ, помѣщая глицеринъ на одинъ или два дня въ теплое помѣщеніе, при чемъ вода вполнѣ отдѣляется и тѣмъ быстрѣе, чѣмъ выше была температура помѣщенія.

При приготовленіи нитроглицерина указаннымъ путемъ получаютъ въ видѣ отброса промывныя воды и отработавшую кислотную смѣсь.

Промывныя воды, какъ кислыя (отъ предварительнаго промыванія), такъ и щелочныя (отъ окончательнаго промыванія) содержатъ всегда большее или меньшее (а иногда и значительное) количество нитроглицерина, а потому промывныя воды эти не выпускаютъ непосредственно изъ завода, а предварительно улавливаютъ изъ нихъ нитроглицеринъ. Для этой цѣли промывныя воды заставляютъ медленно течь изгибами въ плоскихъ чанахъ (выложенныхъ свинцомъ), снабженныхъ соотвѣтственными перегородками. Такой чанъ представленъ на фиг. 254. Это четырехугольный длинный ящикъ (длина 36 м., ширина 7 м.) съ наклоннымъ (по длинѣ и ширинѣ) дномъ, раздѣленный на отдѣленія цѣлымъ рядомъ поперечныхъ перегородокъ, имѣющихъ попеременно вверху и внизу отверстія *C*, черезъ которыя вода протекаетъ змѣеобразно вверхъ и внизъ. При этомъ теченіи изъ воды осаждается нитроглицеринъ, спускаемый по временамъ изъ чана краномъ *D*.



Фиг. 254.

Отработавшая кислотная смѣсь, кромѣ нѣкотораго количества нитроглицерина, содержитъ всегда большее или меньшее количество глицерина, превращающагося при стояніи отбросной кислотной смѣси въ нитроглицеринъ, и низшіе азотные эѳиры, легко разлагающіеся подъ вліяніемъ крѣпкихъ кислотъ и влажнаго воздуха. Въ виду этого, названные продукты должны быть удалены изъ отбросной кислотной смѣси до ея утилизаціи. Этого достигаютъ, помѣщая отбросную кислотную смѣсь въ цилиндрическіе свинцовые сосуды, устроенные на подобіе сосудовъ, употребляемыхъ для нитраціи глицерина, и оставляютъ ее стоять въ нихъ до тѣхъ поръ (обыкновенно 8 дней), пока изъ нея не будутъ болѣе выдѣляться азотные эѳиры, которые удаляютъ по мѣрѣ ихъ образованія. Во время стоянія отработавшей кислотной смѣси въ свинцовыхъ сосудахъ наблюдаютъ за температурой смѣси, и если она станетъ возвышаться, то понижаютъ охлажденіемъ водой и вдуваніемъ воздуха. Выдѣлившіеся нитропродукты промы-

ваютъ и отправляютъ на фильтръ, а освобожденную отъ нихъ кислотную смѣсь спускаютъ въ чугунные или свинцовые резервуары, поставленные на открытомъ воздухѣ, но защищенные отъ дождя.

Отбросная кислотная смѣсь содержитъ приблизительно 10% моногидрата азотной кислоты, 70% моногидрата сѣрной кислоты и 20% воды. Ее нельзя употреблять, подобно отбросной кислотѣ, получаемой при фабрикаціи пироксилина, для приготовленія азотной кислоты (что было-бы всего выгоднѣе), такъ какъ даже при самомъ тщательномъ отдѣленіи нитроглицерина, въ отбросной кислотѣ попадаются капельки этого соединенія, которыя при смѣшеніи отбросной кислотной смѣси съ селитрой въ желѣзныхъ ретортахъ могли-бы причинить взрывъ. Въ виду этого, для утилизаціи отбросной кислотной смѣси нитроглицериноваго производства, смѣсь денитрируютъ водянымъ паромъ по способу Гэ-Люссака въ кипятильникахъ (стр. 399) съ сгущеніемъ окисловъ азота, а полученную разбавленную сѣрную кислоту сгущаютъ до требуемой концентраціи въ аппаратѣ Негріе (стр. 417) или ему подобныхъ.

Выручка нитроглицерина колеблется между 207—210% по вѣсу глицерина и, слѣдовательно, значительно меньше теоретической (246,7%).

Свойства нитроглицерина [1]). Вполнѣ чистый нитроглицеринъ есть безцвѣтная маслянистая жидкость, безъ запаха при обыкновенной температурѣ. Нитроглицеринъ, полученный фабричнымъ путемъ, имѣетъ свѣтложелтый или грязножелтый цвѣтъ. При обыкновенной температурѣ нитроглицеринъ весьма мало летучъ. При температурѣ между 40—70° онъ улетучивается уже замѣтно, а при 109° даже довольно сильно; присутствіе воды и продуваніе воздуха ускоряетъ улетучиваніе. Затвердѣваетъ при медленномъ и продолжительномъ охлажденіи при +8° въ кристаллы, которые плавятся при +11°. Тѣмъ не менѣе, при быстромъ охлажденіи чистый нитроглицеринъ остается жидкимъ даже при —25°, застывая, однако, мгновенно при вбрасываніи въ охлажденную жидкость маленькихъ кристалловъ нитроглицерина. Удѣльный вѣсъ нитроглицерина въ жидкомъ состояніи 1,6144 при 4°, 1,6009 при 15°, 1,5910 при 25° (Perkin, 1889); въ твердомъ состояніи 1,735 (Beckerhinn). Скрытая теплота плавленія 33,52 кал., теплоемкость жидкаго между 95—98°=0,4248. Очень мало растворимъ въ водѣ, растворяется въ спиртѣ, эѳирѣ, древесномъ спиртѣ, бензолѣ и т. д. При дѣйствіи концентрированнаго воднаго раствора ѣдкаго кали нитроглицеринъ разлагается съ образованіемъ селитры и глицерина,

[1]) $C_3H_5(NO_3)_3$. Частичный вѣсъ 227. Въ 100 ч.: C=15,85 ч., H=2,20, N=18,50. Теплота образованія $(C_3H_8O_3,3HNO_3)$=14,7 К.

при употребленіи спиртнаго раствора образуется кромѣ того азотистокаліевая соль (Hess и Schwab, 1877). По *M. Hay* (1885) при дѣйствіи спиртоваго ѣдкаго кали раствора на нитроглицеринъ, глицерина вовсе не образуется, а реакція происходитъ скорѣе по уравненію:

$$C_3H_5N_3O_9+5HKO=KNO_3+2KNO_2+CHO_2K+C_2H_3O_2K+3H_2O.$$

Іодоводородъ (уд. вѣсъ 1,5) разлагаетъ нитроглицеринъ на глицеринъ и окись азота (Mills, 1864); сѣрнистыя щелочи (K_2S, KHS и CaS) переводятъ его въ глицеринъ (Bloxam, 1883). Нитроглицеринъ ядовитъ: пріемъ его внутрь и вдыханіе паровъ и даже продолжительное соприкосновеніе съ руками вызываютъ головную боль, тошноту, обморокъ и т. д. Ядовитыя свойства нитроглицерина не оказываютъ, однако, очень вреднаго вліянія на рабочихъ, такъ какъ онъ при обыкновенной температурѣ мало летучъ и такъ какъ отравленіе черезъ кожу можетъ быть легко устранено употребленіемъ при работахъ кожаныхъ перчатокъ, обмываніемъ рукъ слабымъ растворомъ поташа и т. д. Кромѣ того, къ малымъ дозамъ этого яда организмъ человѣка легко привыкаетъ и переноситъ ихъ спустя нѣкоторое время повидимому безъ дурныхъ послѣдствій. Совершенно чистый нитроглицеринъ есть тѣло очень прочное при обыкновенной температурѣ и можетъ быть сохраняемъ продолжительное время безъ измѣненія. Нечистый глицеринъ (не отмытый отъ кислотъ или содержащій низшіе азотные эѳиры) медленно разлагается при обыкновенной температурѣ [1]) и въ этомъ состояніи медленнаго разложенія легко взрываетъ при самыхъ малыхъ импульсахъ. Въ виду этого, для безопасности, нитроглицеринъ сохраняютъ въ открытыхъ сосудахъ и отъ времени до времени осматриваютъ его и испытываютъ лакмусовой бумажкой. Въ случаѣ появленія кислой реакціи промываютъ продуктъ растворомъ соды; если же измѣненіе зашло слишкомъ далеко, и жидкость стала зеленою, ее выливаютъ въ предохранительные бассейны или закапываютъ въ землю или бросаютъ въ море. При температурѣ выше 50° нитроглицеринъ начинаетъ разлагаться. При нагрѣваніи до 185° онъ улетучивается съ отдѣленіемъ желтыхъ паровъ, при 217—228° быстро сгораетъ, при 241—257° взрываетъ (P. Champion, 1871). При быстромъ нагрѣваніи до 180° нитроглицеринъ всегда взрываетъ. Подъ вліяніемъ сильнаго удара (напр. при ударѣ желѣзнымъ молотомъ по тонкому слою нитроглицерина, помѣщеннаго на желѣзную наковальню) или де-

[1]) Это разложеніе въ открытыхъ сосудахъ происходитъ обыкновенно спокойно: сначала появляются бурые окислы азота, и жидкость окрашивается въ зеленоватый цвѣтъ; потомъ начинаетъ выдѣляться закись азота и угольный ангидридъ, осаждаются кристаллы щавелевой кислоты ($C_2H_2O_4$); по прошествіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ получается смолистый остатокъ, въ составъ котораго входятъ главнымъ образомъ щавелевая кислота, вода и амміакъ.

тонатора (напр. гремучей ртути) нитроглицеринъ всегда взрываетъ, твердый нитроглицеринъ труднѣе жидкаго. Горящія тѣла трудно воспламеняютъ нитроглицеринъ: онъ тушитъ горящую спичку и охлаждаетъ накаленную проволоку. Разъ зажженный, онъ въ началѣ горитъ покойно, но когда горящая жидкость нагрѣвается до опредѣленной температуры, то взрываетъ.

Природа и составъ газовъ, образующихся при разложеніи нитроглицерина, какъ и при разложеніи пироксилина, обусловливаются давленіемъ, подъ которымъ происходитъ это разложеніе (Sarau и Vieille, 1880). Если горѣніе нитроглицерина происходитъ подъ высокимъ давленіемъ, напр., въ прочной оболочкѣ, то составъ продуктовъ отвѣчаетъ уравненію:

$$2C_3H_5(NO_3)_3=6CO_2+5H_2O+3N_2+O$$

и объемы постоянныхъ газовъ при 0° и 760 мм. давленія, получающіеся при взрывѣ 1 кгр., слѣдующіе:

Угольный ангидридъ (CO_2)	295 лит.
Азотъ (N_2)	147
Кислородъ (O_2)	25
	467 лит.

Если же горѣніе происходитъ подъ малымъ давленіемъ, то, кромѣ угольнаго ангидрида, азота и воды, образуется еще окись азота (NO), водородъ, болотный газъ, окись углерода, а свободный кислородъ совсѣмъ исчезаетъ. Такъ, зарядъ въ 1 кгр., при горѣніи подъ давленіемъ около 1 атмосферы, даетъ слѣдующіе газы:

Окись азота (NO)	218 лит.
Окись углерода (CO)	162
Угольный ангидридъ (CO_2)	58
Водородъ (H_2)	7
Азотъ (N_2)	6
Болотный газъ (CH_4)	1
	452 лит.

Принимая воду въ газообразномъ состояніи, общій объемъ газовъ, образующихся при взрывѣ 1 кило нитроглицерина, равенъ 713 лит. при 0° и 760 мм.

Количество тепла, образующееся при взрывѣ нитроглицерина подъ усиленнымъ давленіемъ, равно 1613 ед. (вода въ жидкомъ состояніи) или 1508,8 (вода въ газообразномъ состояніи).

Нитроглицеринъ, какъ таковой, рѣдко употребляется; главное количество его идетъ на приготовленіе динамитовъ и извѣстныхъ сортовъ бездымнаго пороха; онъ также примѣняется въ незначительныхъ количествахъ для врачебныхъ цѣлей.

Пикриновая кислота и ея соли.

Пикриновая кислота была открыта *Вульфе* (Woulfe, 1711). *Либихъ* и *Дюма* установили ея составъ, а *Лоранъ* (1843) показалъ, что она есть тринитрофенолъ $C_6H_2(NO_2)_3OH$. Съ 1847 г. ее стали употреблять для окрашиванія шелка въ желтый цвѣтъ. Какъ взрывчатый составъ, пикриновая кислота была предложена *Борлинетто* (Borlinetto, 1867), но дѣйствительное примѣненіе она получила только тогда, когда *Тюрпенъ* (E. Turpin, 1886) доказалъ способность ея детонировать, а Designolle, Brugère и Abel почти одновременно (1869) стали приготовлять взрывчатые составы изъ щелочныхъ солей пикриновой кислоты.

Приготовленіе пикриновой кислоты. Пикриновая кислота можетъ быть получена дѣйствіемъ крѣпкой азотной кислоты (уд. в. 1,3) на фенолъ, но такъ какъ при этомъ происходитъ бурная реакція и получается много смолистыхъ продуктовъ, то ее приготовляютъ такимъ образомъ, что фенолъ превращаютъ предварительно въ сульфокислоту, на которую затѣмъ дѣйствуютъ азотной кислотой:

$$C_6H_5(OH)+H_2SO_4=C_6H_4(SO_3H)OH+H_2O$$
$$C_6H_4(SO_3H)OH+3HNO_3+C_6H_2(NO_2)_3OH+H_2SO_4+2H_2O.$$

Самую операцію производятъ слѣдующимъ образомъ:

Въ большой желѣзный котелъ, снабженный мѣшалкой, помѣщаютъ равныя по вѣсу количества кристаллическаго фенола и крѣпкой сѣрной кислоты и нагрѣваютъ глухимъ паромъ при 100—120° до тѣхъ поръ, пока взятая проба не будетъ вполнѣ растворяться въ водѣ, что укажетъ на полное превращеніе фенола въ сульфокислоту. Когда это достигнуто, смѣси даютъ остыть и разбавляютъ двойнымъ количествомъ воды. Нитрацію производятъ въ глиняныхъ (каменный товаръ) вульфовыхъ банкахъ, помѣщенныхъ въ водяную баню, которая можетъ быть нагрѣваема паромъ. Въ эти горшки помѣщаютъ приблизительно 3 части (по вѣсу фенола) азотной кислоты уд. в. 1,400 и впускаютъ въ нее постепенно приготовленный указаннымъ путемъ растворъ сульфокислоты. Въ началѣ реакція идетъ бурно, выдѣляется много азотноватаго ангидрида, затѣмъ реакція постепенно ослабѣваетъ, и подъ конецъ приходится нагрѣвать, чтобы выгнать изъ смѣси азотноватый ангидридъ. Послѣ остыванія пикриновая кислота выкристаллизовывается въ большихъ кристаллахъ, образуя коровай. Кристаллы отдѣляютъ отъ маточнаго раствора или фильтрованіемъ, или (лучше) центрофугированіемъ, промываютъ водой, перекристаллизовываютъ изъ кипящей воды, центрофугируютъ и сушатъ при 35°.

Для полученія вполнѣ чистой пикриновой кислоты, ее превращаютъ (растворомъ угленатріевой соли) въ натріевую соль, которую очищаютъ перекристаллизованіемъ изъ горячей воды и разлагаютъ сѣрной кислотой, при чемъ получается, какъ побочный продуктъ, двусѣрнонатріевая соль. Окислы азота, выдѣляющіеся при нитраціи сульфокислоты, сгущаютъ.

Свойства пикриновой кислоты ($C_6H_2[NO_2]_3OH$ [1]). Пикриновая кислота кристаллизуется въ темножелтыхъ, ромбическихъ призмахъ (изъ эѳира). Плавится при 121,08° (Mills, 1882); уд. в. 1,763 при температурѣ 4° (Schödler, 1879). Пикриновая кислота имѣетъ очень горькій вкусъ и кислую реакцію. Въ холодной водѣ растворяется мало, въ горячей значительно болѣе.

Одна часть пикриновой кислоты требуетъ для своего растворенія:

при	5°	166 ч. воды
„	15°	86 „ „
„	20°	81 „ „
„	22,5°	77 „ „
„	26°	73 „ „
„	77°	26 „ „
„	100°	20 „ „

Въ спиртѣ, эѳирѣ и бензолѣ пикриновая кислота растворяется. При осторожномъ нагрѣваніи она возгоняется безъ разложенія, при быстромъ нагрѣваніи взрываетъ. Хотя пикриновая кислота не содержитъ достаточнаго количества кислорода для полнаго окисленія углерода и водорода, въ ней содержащихся, тѣмъ не менѣе при высокой температурѣ или сильныхъ запальныхъ зарядахъ она распадается вполнѣ [2]). Просто зажженная, она горитъ коптящимъ пламенемъ безъ взрыва. Если помѣстить мелкіе кристаллы пикриновой кислоты въ закрытый сосудъ, то она взрываетъ съ малымъ дѣйствіемъ подобно пороху, но если ее взорвать сильнымъ запальнымъ составомъ (капсюлью гремучей ртути или зарядомъ взрывчатаго пироксилина) въ прессованномъ или въ расплавленномъ видѣ, то она взрываетъ съ большою силою, неуступающей нитроглицерину или взрывчатому пироксилину. На этомъ послѣднемъ свойствѣ основано ея примѣненіе для наполненія гранатъ. Пикриновую кислоту осторожно расплавляютъ въ желѣзныхъ или глиняныхъ сосудахъ, нагрѣваемыхъ въ масляной банѣ, и послѣ расплавленія непосредственно вливаютъ въ гранату, даютъ остыть и вставляютъ пироксилинный запальный снарядъ.

---

[1]) Частичный вѣсъ 229. Въ 100 ч.: C=31,44; H=1,31; N=18,34 и O=48,91.

[2]) Распаденіе пикриновой кислоты при взрывѣ можетъ быть выражено уравненіемъ:

$$2C_6H_2(NO_2)_3(OH)=7CO+3,5CO_2+1,4CH_4+0,2H_2+0,1C+3N_2$$

Сплавленная пикриновая кислота носитъ во Франціи названіе *мелинита* [1]), въ Англіи названіе *лейдита* (отъ мѣста Lydd, гдѣ были произведены опыты). Опытъ показалъ, что пикриновая кислота въ соприкосновеніи съ металлическими стѣнками гранатъ образуетъ весьма непостоянныя пикриновыя соли; въ виду этого, употребленіе ея стало отчасти уменьшаться, и вмѣсто нея начали употреблять пикраты, а именно пикриноаммоніевую соль [2]), которая значительно менѣе чувствительна къ удару, чѣмъ соотвѣтственныя соли калія и натрія, которыя весьма чувствительны къ механическимъ воздѣйствіямъ и взрываютъ при прикосновеніи съ горящимъ тѣломъ, а потому опасныя для употребленія. Аммоніевую соль употребляютъ обыкновенно въ смѣси съ селитрой (Abel и одновременно Brugère, 1869). Высушенный пикратъ (432 ч.) смѣшиваютъ съ каліевой селитрой (568 ч.), смачиваютъ 6% воды, прессуютъ, разбиваютъ молоткомъ, зернятъ и употребляютъ какъ порохъ. Результаты, полученные этимъ порохомъ, удовлетворительны, такъ какъ баллистическое дѣйствіе его значительно превышаетъ такое же обыкновеннаго пороха, и сгораніе почти не сопровождается дымомъ [3]). Тѣмъ не менѣе, съ усовершенствованіемъ пироксилинныхъ бездымныхъ порохъ, употребленіе пикриновыхъ почти оставлено, и дѣйствительное употребленіе въ техникѣ взрывчатыхъ тѣлъ имѣетъ пикриновая кислота для наполненія гранатъ. Благодаря своему постоянству, безопасности приготовленія и нечувствительности къ механическимъ воздѣйствіямъ, пикриновая кислота, какъ взрывчатое тѣло, заслуживаетъ полнаго вниманія.

Кромѣ пикриновой кислоты, въ техникѣ взрывчатыхъ тѣлъ примѣняютъ и тринитрокрезолъ [$C_7H_4(NO_2)_3OH$] какъ въ свободномъ видѣ (во Франціи подъ названіемъ *крезилита*), такъ и въ видѣ аммоніевой соли (въ Австріи подъ названіемъ *экразита*) для наполненія гранатъ, торпедъ и т. д.

---

[1]) Подъ *мелинитомъ* подразумѣвали первоначально смѣсь коллодіоннаго пироксилина съ пикриновой кислотой; но такъ какъ эта смѣсь, вслѣдствіе дѣйствія пикриновой кислоты на пироксилинъ, при сохраненіи разлагалась, то употребленіе ея оставлено, а самое названіе перешло на пикриновую кислоту.

[2]) Соль эта получается, нейтрализуя горячій растворъ пикриновой кислоты водянымъ растворомъ амміака. По остываніи жидкости выкристаллизовывается аммоніевая соль въ свѣтложелтыхъ листочкахъ ромбической системы. Соль растворяется въ водѣ, трудно—въ спиртѣ. Составъ ея выражается формулой: $C_6H_2(NO_2)_3NH_4O$. Частич. вѣсъ 246. Въ 100 ч.: C=29,27; N=22,76; H=2,44; O=45,53.

[3]) Распаденіе пикриннаго пороха вышеуказаннаго состава можетъ быть выражено слѣдующимъ уравненіемъ:

$$C_6H_2(NO_2)_3(ONH_4)+2KNO_3=K_2CO_3+5CO_2+3N_2+3H_2.$$

Гремучая ртуть.

Гремучая ртуть была открыта *Говардомъ* (Howard, 1799), который получилъ ее нагрѣваніемъ растворовъ ртути въ азотной кислотѣ съ этиловымъ спиртомъ. Составъ этого соединенія опредѣленъ *Либихомъ* (1854), и оно было ближе изслѣдовано *Шишковымъ* (1857—61) и *Кекуле* (1857). На основаніи работъ названныхъ ученыхъ гремучую ртуть долгое время считали металлическимъ производнымъ нитроацетонитрила [$CH_2(NO_2)CN$], но распаденіе ея, а также гремучаго серебра при дѣйствіи соляной кислоты на гидроксиламинъ[1]) и муравьиную кислоту (Carstanjen и Ehrenberg, 1882; Steiner, 1883; Ehrenberg, 1884; Divers и Kawakita, 1884; Beckmann, 1886; Scholl, 1893—94) дѣлаетъ маловѣроятнымъ вышеприведенный взглядъ и даетъ право разсматривать гремучую кислоту, какъ оксимъ окиси углерода (OH.N:C:C:N.OH). Во всякомъ случаѣ химическое строеніе гремучей кислоты, а слѣдовательно, и гремучей ртути нельзя считать вполнѣ выясненнымъ.

Для приготовленія гремучей ртути предложено много различныхъ способовъ, изъ которыхъ самый употребительный нижеслѣдующій:

Въ стекляномъ балонѣ растворяютъ 1 ч. металлической ртути въ 1 ч. азотной кислоты (уд. в. 1,383) и полученный растворъ вливаютъ въ другой стеклянный балонъ, поставленный на соломенномъ кружкѣ и содержащій 10 ч. спирта. Этотъ послѣдній балонъ сообщается отводной трубкой съ цѣлымъ рядомъ глиняныхъ вульфовыхъ банокъ, изъ которыхъ послѣдняя соединена или съ вытяжной трубой, или съ конденсаціонной башнею. Банки помѣщены въ длинномъ чанѣ, наполненномъ водой. Спустя нѣкоторое время начинается реакція, которая проявляется сначала слабымъ выдѣленіемъ газовъ. Скоро, однако, жидкость приходитъ въ кипѣніе, и при сильномъ пѣненіи выдѣляются сначала бѣлые пары угольнаго ангидрида, альдегида, азотнаго эѳира, уксуснаго эѳира и т. д., а затѣмъ красные пары окисловъ азота. Реакція продолжается $^1/_4$ часа, и по окончаніи ея изъ жидкости выдѣляется гремучая ртуть въ видѣ сѣроватыхъ иглъ. Содержимое балона переводятъ на фильтръ, состоящій изъ холста, натянутаго на деревянной рамкѣ. На этомъ фильтрѣ полученный продуктъ промываютъ 10—12 разъ водой до тѣхъ поръ, пока промыв-

[1]) $H_2N.OH$. Получается кромѣ указаннаго пути, возстановленіемъ азотноаммоніевой соли. Кристаллизуется въ иглахъ, плав. при 33°; даетъ соли; подъ уменьшеннымъ давленіемъ перегоняется, при обыкновенномъ давленіи разлагается при 90° и взрываетъ при 100°.

ныя воды не перестанутъ измѣнять лакмусъ, и сохраняютъ или подъ водой въ сосудахъ, покрытыхъ полотномъ, или высушиваютъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ рамки оставляютъ на воздухѣ и высушиваютъ на нихъ гремучую ртуть безъ доступа солнечнаго свѣта до содержанія 10—15% воды. Если гремучая ртуть должна быть вполнѣ высушена, то ее помѣщаютъ на полотно, натянутое на деревянныя рамки, которыя вставляютъ въ сушильни, и поддерживаютъ въ этихъ послѣднихъ температуру не выше 40°. Для ускоренія сушки предложено производить ее подъ уменьшеннымъ давленіемъ, для чего служатъ спеціальные аппараты (E. Passburg). Выручка равна 125 ч. гремучей ртути на 100 ч. металлической ртути (по теоріи 142 ч.). Жидкость, сгустившуюся въ вульфовыхъ банкахъ, нейтрализуютъ известью и перегоняютъ на водяной банѣ, при чемъ получаютъ эѳирную жидкость, богатую альдегидомъ, которой можетъ быть замѣнена часть спирта при слѣдующемъ полученіи гремучей ртути.

Свойства гремучей ртути ($C_2HgN_2O_2$ [1]). Кристаллизуется изъ спирта въ микроскопическихъ октаэдрахъ, не содержащихъ кристаллизаціонной воды, изъ воды въ иглахъ состава $C_2HgN_2O_2+{}^1/_2H_2O$ (Шишковъ). Удѣльный вѣсъ безводной соли при 14°=4,402 (Berthelot и Vieille, 1880). Почти не растворяется въ холодной водѣ; въ горячей водѣ растворяется легче (1 ч. въ 130 ч. воды). Обладаетъ кислосладкимъ вкусомъ и очень ядовита, какъ всѣ соединенія ртути. Обладаетъ необыкновенной взрывчатостью. Слабый ударъ, треніе о твердыя тѣла и нагрѣваніе до 150—200° вызываютъ детонацію, сопровождающуюся свѣтомъ. Взрывъ происходитъ тѣмъ легче, чѣмъ крупнѣе кристаллы. Присутствіе воды уменьшаетъ взрывчатую способность гремучей ртути: уже при содержаніи 5% воды отъ удара между желѣзными поверхностями взрываетъ только та часть ея, которая непосредственно подверглась механическому дѣйствію, и взрывъ не распространяется на сосѣднія части; при большемъ содержаніи воды (30%) не происходитъ и мѣстнаго взрыва. Тѣмъ не менѣе извѣстны случаи взрыва гремучей ртути, взвѣшенной въ водѣ въ закрытомъ сосудѣ, при ударѣ отдѣльныхъ частей. При взрывѣ, гремучая ртуть разлагается по уравненію:

$$C_2HgN_2O_2=Hg+2CO+N_2$$

при чемъ 1 кгр. ея даетъ 314 литр. (ртуть газъ) или 235,8 литр. (ртуть жидкость) газовъ при 0° и 760 мм. (Berthelot и Vieille, 1880). Теплота горѣнія при постоянномъ давленіи равна 403 К (ртуть въ жидкомъ состояніи) или 349 К (ртуть въ газообразномъ состояніи). Бла-

[1]) Частичный вѣсъ=284. Въ 100 ч.: C=8,45; N=9,86; O=11,27; Hg=70,42.

годаря большой чувствительности къ механическимъ и тепловымъ воздѣйствіямъ, гремучая ртуть употребляется главнымъ образомъ для приготовленія **гремучихъ капсюль** (пистоновъ) [1]).

Фабрикація гремучихъ капсюль состоитъ въ приготовленіи металлическихъ колпачковъ и наполненіи ихъ гремучей смѣсью. Для приготовленія колпачковъ служитъ вполнѣ чистая листовая мѣдь (толщ. 0,25—0,40 мм.), которую разрѣзываютъ въ ленты и формуютъ изъ послѣднихъ колпачки надлежащихъ размѣровъ при помощи спеціальныхъ аппаратовъ. Колпачки послѣ приготовленія очищаютъ съ поверхности сѣрной кислотою или мыльной водой и затѣмъ сушатъ и полируютъ, помѣщая ихъ вмѣстѣ съ древесными опилками въ вращающіеся барабаны.

Колпачки наполняютъ или чистою гремучею ртутью (капсюли для детонаціи пироксилина, нитроглицерина и т. д.), или смѣсями изъ гремучей ртути съ другими тѣлами, ослабляющими быстроту горѣнія (дробящую силу) первой (ружейныя капсюли). Такими тѣлами служатъ: каліевая селитра, сѣрнистая сурьма, бертоллетова соль, сѣра и т. д. Сѣру и селитру въ настоящее время рѣдко употребляютъ. Относительныя количества, въ которыхъ берутъ названныя тѣла, различны, смотря по назначенію капсюль. Такъ напр., для воспламененія заряда изъ обыкновеннаго пороха требуется капсюля медленнѣе горящая и менѣе сильная, чѣмъ для воспламененія бездымнаго пороха, и т. д.

Нынѣ употребляемыя смѣси слѣдующія:

Для ружей Martiny-Henry берутъ въ Англіи $2^1/_2$ ч. гремучей ртути, $2^1/_4$ ч. хлорноватокаліевой соли и $1^1/_2$ ч. сѣрнистой сурьмы. Для пушекъ берутъ въ Англіи 3 части гремучейртути, $1^1/_2$ ч. хлорноватокаліевой соли, $1^1/_2$ ч. сѣрнистой сурьмы. Подобный же составъ имѣютъ гремучія смѣси почти всегда, если ихъ готовятъ сухимъ путемъ.

Въ Швейцаріи берутъ для металлическихъ патроновъ и револьверовъ 600 грм. гремучей ртути, 75 грм. хлорноватокаліевой соли, 300 грм. стеклянаго порошка и смѣшиваютъ съ 45 грм. раствора камеди, состоящаго изъ 1 ч. аравійской камеди и 2 ч. воды; для ружейныхъ капсюль 60 грм. гремучей ртути, $7^1/_2$ грм. хлорноватокаліевой соли, 30 грм. стеклянаго порошка и $7^1/_2$ грм. раствора камеди изъ 1 ч. аравійской камеди и 1 ч. воды. Для пушекъ Норденфельда смѣсь состоитъ въ Англіи изъ 3 ч. гремучей ртути, 3 ч. хлорноватокаліевой соли, 2 ч. сѣрнистой сурьмы, 1 ч. стеклянаго порошка, смѣшанныхъ

[1]) Изобрѣтеніе гремучихъ капсюль (ружейныхъ) было сдѣлано англійскимъ оружейнымъ мастеромъ *Эгомъ* (I. Egg) въ 1815 г.

съ 1/4 ч. аравійской камеди и 1/60 ч. драконовой крови (Drachengummi), растворенныхъ каждая отдѣльно въ 5 ч. воды.

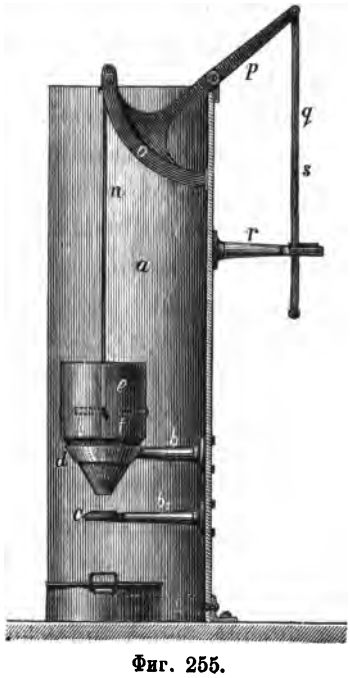
Смѣшеніе, въ виду чрезвычайной взрывчатости гремучей ртути, представляетъ работу довольно опасную и производится какъ мокрымъ, такъ и сухимъ путемъ, при строгомъ соблюденіи извѣстныхъ правилъ.

При смѣшеніи мокрымъ путемъ, тѣла, предназначенныя для смѣси, помѣщаютъ въ фарфоровую ступку, обливаютъ растворомъ камеди и растираютъ деревяннымъ пестомъ и, когда изъ смѣси образовалось тѣсто, прибавляютъ къ нему постепенно гремучей ртути, содержащей 25% воды, распредѣляя ее равномѣрно въ тѣстѣ помощью роговаго шпателя. Послѣ смѣшенія, смѣсь помѣщаютъ въ капсюли или непосредственно въ влажномъ состояніи или послѣ предварительной сушки. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ смѣсь помѣщаютъ тонкимъ слоемъ на клеенкѣ, растянутой на цинковомъ ящикѣ, наполненномъ горячей водой (40°), или на полотно, натянутое на деревянныхъ рамкахъ, помѣщаемыхъ въ сушильни. Во время сушки отъ времени до времени переворачиваютъ смѣсь роговымъ ножемъ. Въ извѣстный моментъ сушенія масса представляетъ видъ зеренъ, похожихъ на влажный песокъ, и тогда ее зернятъ, протирая черезъ волосяное сито, подвѣшенное надъ черной лакированной бумагой, лежащей надъ нагрѣтымъ цинковымъ сушильнымъ ящикомъ. Собирающіяся на бумагѣ зерна, по мѣрѣ ихъ высыханія, дѣлаются твердыми; ихъ окончательно отсѣиваютъ въ шелковомъ ситѣ отъ небольшаго количества мякоти (пыли) и пересыпаютъ для храненія въ сосуды изъ твердаго каучука.

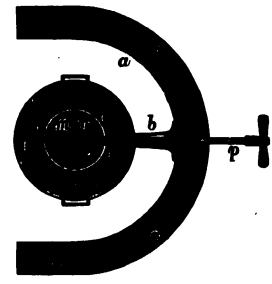
Смѣшеніе составныхъ частей гремучаго состава сухимъ путемъ производятъ такимъ образомъ, что ихъ помѣщаютъ послойно на бумагу и осторожно перемѣшиваютъ стержнемъ гусинаго или лебединаго пера и затѣмъ пропускаютъ черезъ сито, осторожно наклоняя его то въ ту, то въ другую сторону.

Такой способъ смѣшенія ручной работой представляетъ операцію весьма опасную, а потому въ настоящее время (Франція, Англія) смѣшеніе сухимъ путемъ производятъ въ особенномъ аппаратѣ, вполнѣ защищающемъ рабочаго отъ поврежденія въ случаѣ взрыва. Существенную часть этого аппарата (фиг. 255, 256 и 257) образуетъ коническій шелковый мѣшокъ *f* (верхній діаметръ 255 мм., высота 266 мм.), надѣтый на обручъ и привѣшенный внутри сосуда *e*, изъ подошвенной кожи, имѣющаго отверстіе въ нижней конической части и покоющагося на чугунномъ кольцѣ *b*, обтянутомъ кожей. Въ шелковомъ мѣшкѣ укрѣплены 6 шнурковъ, на которыхъ нанизано опредѣленное число малыхъ и большихъ гутаперчевыхъ колецъ. Къ нижнему заостренному концу мѣшка прикрѣпленъ шнурокъ *n*, другой

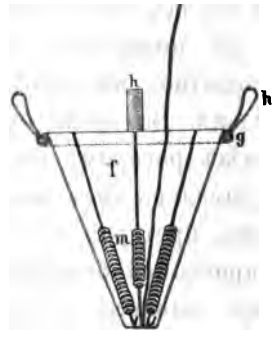
конецъ котораго укрѣпленъ къ деревянному сегменту *o*, сидящему на плечѣ рычага *p*, приводимаго въ движеніе при помощи рукоятки *q*



Фиг. 255.



Фиг. 256.



Фиг. 257.

рабочимъ, стоящимъ за желѣзной полукруглой ширмой *a*, защищающей его въ случаѣ взрыва. Смѣшиваемыя тѣла помѣщаютъ поочередно (гремучая ртуть позже другихъ) въ шелковый мѣшечекъ и осторожнымъ движеніемъ рукоятки *q* и встряхиваніемъ мѣшка производятъ перемѣшиваніе. Когда смѣшеніе окончено (черезъ 3 минуты), опускаютъ рычагъ *p* на столько, чтобы выбросить содержимое мѣшка въ сосудъ *e*, изъ котораго оно черезъ нижнее отверстіе попадаетъ въ сосудъ изъ твердаго каучука, поставленный на подставкѣ b_1.

Наполненіе капсюль гремучей ртутью или сухою гремучею смѣсью производятъ при помощи отдѣльныхъ аппаратовъ. Одинъ изъ простѣйшихъ (Greenwood и Batley) состоитъ изъ трехъ бронзовыхъ плитъ, поставленныхъ горизонтально и пришлифованныхъ одна къ другой, при чемъ нижняя и верхняя укрѣплены неподвижно, а средняя можетъ двигаться между ними въ горизонтальной плоскости. Всѣ три плиты снабжены параллельными рядами круглыхъ отверстій, величина которыхъ соотвѣтствуетъ діаметру изготовляемыхъ капсюль. Отверстія въ верхней плитѣ соотвѣтствуютъ промежуткамъ между отверстіями нижней плиты, а отверстія въ средней плитѣ совпадаютъ то съ отверстіями нижней, то съ отверстіями верхней плиты, смотря по по-

ложенію, которое придано этой средней подвижной плитѣ. При работѣ этимъ аппаратомъ, наполняемыя капсюли устанавливаютъ въ отверстія въ бронзовой доскѣ (наборная доска), подставляютъ ихъ вмѣстѣ съ доской подъ отверстія нижней плиты, устанавливаютъ среднюю плиту такъ, чтобы отверстія ея совпадали съ отверстіями верхней плиты, насыпаютъ гремучей ртути или сухой смѣси на верхнюю плиту, и когда въ отверстіе средней плиты будетъ введено должное количество гремучей ртути или гремучей смѣси, тогда передвигаютъ среднюю плиту такъ, чтобы отверстія ея совпали съ отверстіями нижней плиты, и гремучій составъ вывалівался изъ нихъ въ капсюли, помѣщенныя подъ нижней плитой. Затѣмъ замѣняютъ наборную доску съ наполненными капсюлями другою наборною доскою съ пустыми капсюлями и возобновляютъ работу.

Уплотненіе гремучаго состава, введеннаго въ капсюли, производятъ, передвигая капсюли въ наборной доскѣ подъ прессомъ съ пуансонами, допускающимъ сжатіе только до опредѣленнаго предѣла. Тѣмъ же путемъ покрываютъ гремучій составъ въ капсюляхъ мѣднымъ, нейзильбернымъ или оловяннымъ листкомъ.

При помѣщеніи въ капсюли гремучей смѣси въ влажномъ состояніи, изъ нея образуютъ родъ пиллюль, помѣщаютъ эти послѣднія въ капсюли, уплотняютъ указаннымъ выше образомъ и полученныя такимъ образомъ наполненныя капсюли сушатъ въ сушильняхъ при умѣренной температурѣ. Работа по этому способу самая безопасная, но при сушкѣ капсюль происходитъ эфлоресцированіе нѣкоторыхъ составныхъ частей смѣси, и металлъ капсюль нѣсколько разъѣдается. Тѣмъ не менѣе указанный выше способъ наполненія капсюль примѣняется для приготовленія капсюль для охоты.

Въ ружейныя капсюли помѣщаютъ отъ 15 до 16 мгр. гремучаго состава; для бездымнаго пороха зарядъ увеличиваютъ до 40—50 мгр. Капсюлямъ для взрывныхъ работъ придаютъ длину въ 16—45 мм., ширину въ 5,5—6,8 мм. и помѣщаютъ въ нихъ гремучей ртути отъ 0,3 до 2,0 грм.

Динамиты.

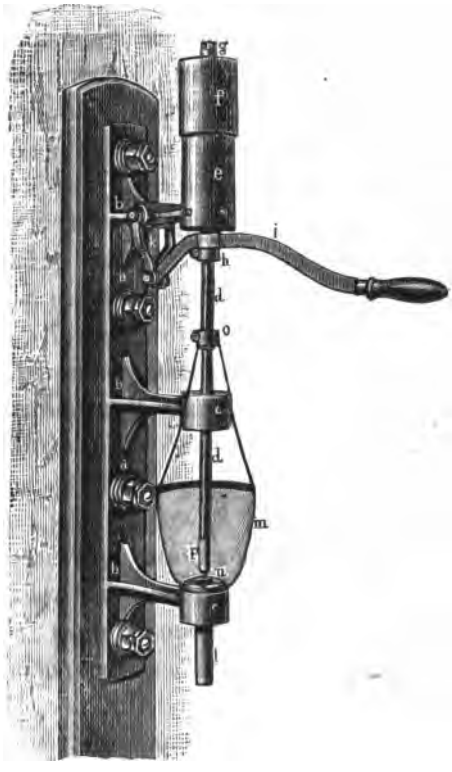
Динамитами называются смѣси нитроглицерина съ такими тѣлами (поглотителями), которыя не только его вполнѣ впитываютъ, но также не выдѣляютъ подъ вліяніемъ слабаго давленія, измѣненія температуры и влаги воздуха. Первоначально поглотителями служили исключительно минеральныя тѣла, такъ какъ имѣли въ виду уменьшить

только неудобства и опасность, связанныя съ употребленіемъ чистаго нитроглицерина. Затѣмъ, когда были познаны выгоды употребленія сгораемыхъ поглотителей, стали примѣнять для изготовленія динамитовъ и эти послѣдніе. Такимъ образомъ возникли два класса динамитовъ: *динамиты съ недѣятельнымъ основаніемъ* и *динамиты съ дѣятельнымъ основаніемъ*. Первый классъ динамитовъ составляетъ тѣ изъ нихъ, въ которыхъ поглотитель не измѣняется при взрывѣ нитроглицерина; сюда относятся, напр., смѣси кремнезема съ нитроглицериномъ. Ко второму классу относятся такіе динамиты, въ которыхъ поглотитель самъ участвуетъ въ разложеніи, таковы, напр., динамиты, въ которыхъ поглотителемъ служитъ смѣсь изъ угля и селитры или пироксилинъ.

Къ разряду динамитовъ можно отнести также *гремучій студень*, который по характеру взрыва сходенъ съ динамитами съ дѣятельнымъ основаніемъ, но отличается отъ нихъ тѣмъ, что представляетъ собою однородное тѣло—студенистый растворъ коллодіоннаго пироксилина въ нитроглицеринѣ.

Динамиты съ недѣятельнымъ основаніемъ Изъ многочисленныхъ поглотителей, предложенныхъ для приготовленія этого класса динамитовъ, единственный нынѣ примѣняемый есть трепелъ (стр. 773), который передъ употребленіемъ отмучиваютъ, высушиваютъ на воздухѣ, прокаливаютъ въ пламенныхъ или муфельныхъ печахъ, измельчаютъ, просѣиваютъ и укупориваютъ въ мѣшки. Приготовленный такимъ образомъ поглотитель развѣшиваютъ на порціи, смѣшиваютъ съ небольшимъ количествомъ соды (для нейтрализованія кислоты, въ случаѣ ея образованія вслѣдствіе разложенія нитроглицерина) и насыпаютъ въ плоскіе деревянные ящики, выложенные внутри свинцомъ. Отвѣшенное количество нитроглицерина приливаютъ къ поглотителю постепенно и массу перемѣшиваютъ деревянной лопаткой. Смѣсь перекладываютъ въ другіе ящики, которые внизу имѣютъ оловянное сито, и протираютъ руками (одѣтыми въ перчатки), чѣмъ достигается болѣе совершенное перемѣшиваніе. Протертый динамитъ превращаютъ затѣмъ въ патроны цилиндрической формы, съ цѣлью облегчить его употребленіе и помѣщеніе въ буровыя скважины. Для приготовленія патроновъ служатъ прессы съ періодическимъ или непрерывнымъ дѣйствіемъ. Прессъ перваго рода состоитъ изъ латунной воронки, нижняя узкая часть (трубка) которой имѣетъ діаметръ и высоту, соотвѣтствующіе величинѣ патроновъ. Надъ воронкой помѣщенъ поршень, движущійся вверхъ и внизъ при помощи рычага и проталкивающій отвѣшенное количество динамита черезъ трубку воронки въ подставленную гильзу. Прессъ съ непрерывной работой (фиг. 258) состоитъ

изъ неподвижно укрѣпленной трубки *l* для формованія динамита, холщеваго мѣшка *m* для помѣщенія формуемаго динамита и поршня *p* для проталкиванія динамита черезъ трубку *l*. Поршень этотъ укрѣпленъ на стержнѣ, приводимомъ въ движеніе внизъ при помощи рычага, а вверхъ при помощи пружиннаго приспособленія, помѣщеннаго въ *f* и *e*. При движеніи стержня и поршня вверхъ и внизъ встряхивается содержимое мѣшка *m*, динамитъ попадаетъ въ трубку *l* и выталкивается изъ нея поршнемъ въ видѣ непрерывнаго стержня, который отдѣляютъ (руками) отъ трубки, когда онъ достигъ опредѣленной длины (допустимъ 10 см.), и катаніемъ рукой завертываютъ въ бумагу. Прессы послѣдняго рода не только производительнѣе прессовъ съ періодической работой, но и работа въ нихъ безопаснѣе, въ виду того, что въ прессахъ съ періодическимъ дѣйствіемъ приходится за разъ въ короткій промежутокъ времени протолкнуть довольно значительное количество смѣси чрезъ длинную трубку (10 см.), что требуетъ много силы для преодолѣнія тренія и легко можетъ повлечь за собою опасное нагрѣваніе обрабатываемой смѣси, между тѣмъ какъ въ непрерывно-дѣйствующихъ прессахъ, проталкиваніе производится постепенно и въ каждую единицу времени выталкивается небольшой слой состава, чѣмъ уменьшается возможность значительнаго нагрѣванія состава.



Фиг. 258.

Гильзы для динамитныхъ патроновъ готовятъ или изъ бумажнаго пергамента (см. писчебумажное производство), или изъ бумаги, пропитанной чистымъ парафиномъ или смѣсью изъ 20 ч. парафина, 60 ч. смолы и 30 ч. сала. Гильзы, пропитанныя парафиномъ, менѣе проницаемы для воды, чѣмъ гильзы изъ бумажнаго пергамента, а потому употребленіе ихъ предпочтительнѣе. Размѣръ динамитныхъ патроновъ обыкновенно таковъ, что въ діаметрѣ они имѣютъ отъ 19 до 20 мм., а въ длину 10 или (запальный патронъ) 2½ см. Патроны

эти укупориваютъ обыкновенно въ картонные ящики, которые заворачиваютъ въ непромокаемую бумагу и помѣщаютъ въ деревянные ящики. Каждая коробка вмѣщаетъ въ себѣ около 2½ кило патроновъ, а каждый ящикъ 10 картонныхъ коробокъ.

Для военныхъ цѣлей динамитъ помѣщаютъ въ жестянки (оболочки), въ крышкѣ которыхъ находится небольшая надставная трубка для капсюли. Для взрывовъ подъ водой употребляютъ также жестянки, а иногда и мѣшки изъ каучуковой ткани.

Отношеніе, въ которомъ смѣшиваютъ трепелъ съ нитроглицериномъ для полученія описаннаго рода динамитовъ, различно. Въ большей части случаевъ готовятъ 75%-ный динамитъ, который въ 100 ч. содержитъ 75% нитроглицерина и 25% трепела; рѣже готовятъ 70%-ный и 80%-ный динамиты. Количество соды, прибавленное къ динамиту, обыкновенно равно 0,5 ч. на 100 ч. динамита. Для полученія динамита съ равномѣрнымъ цвѣтомъ его нерѣдко подкрашиваютъ красной охрой (стр. 639).

Для предупрежденія воспламененія гремучихъ газовъ въ рудникахъ при работѣ динамитомъ предложено помѣщать динамитные патроны въ гильзы, наполненныя водой (Abel и Smethurst), а также прибавлять при формовкѣ патроновъ къ 10 ч. 77%-наго динамита 7 ч. кристаллической соды (Müller). Цѣль этихъ предложеній та, чтобы въ моментъ взрыва понизить температуру образующихся при этомъ газовъ и воспрепятствовать воспламененію рудничныхъ газовъ. Цѣль эта повидимому достигается, но съ значительной потерею въ полезномъ дѣйствіи динамита.

Трепельный динамитъ представляетъ болѣе или менѣе вязкую смѣсь консистенціи садовой земли, оранжево-желтаго, или красно-бураго, или, окрашенный охрой, темно-краснаго цвѣта; не имѣетъ запаха; удѣльный вѣсъ его 1,2—1,6. Хорошо приготовленный динамитъ не долженъ измѣняться при продолжительномъ лежаніи подъ вліяніемъ обыкновенныхъ температуръ (10—30°) и влаги воздуха. При температурѣ около +8° динамитъ затвердѣваетъ и при расплавленіи нерѣдко часть нитроглицерина отдѣляется отъ поглотителя, чѣмъ нарушается однородность смѣси. Непосредственное соприкосновеніе съ водой выдѣляетъ нитроглицеринъ изъ поглотителя. Въ виду этого, при взрывахъ въ влажныхъ скважинахъ или подъ водой, оболочки динамита должны быть непроницаемы для воды. Хорошо приготовленный динамитъ менѣе чувствителенъ къ удару, чѣмъ нитроглицеринъ, и употребленіе и перевозка его не представляютъ опасности при соблюденіи мѣръ предосторожности. Электрическія искры производятъ обыкновенно только частичные взрывы, полный взрывъ происходитъ всегда подъ вліяніемъ

гремучей ртути, при чемъ для взрыванія динамитнаго заряда гремучую капсюлю плотно вставляютъ въ особый запальный патронъ, наполненный динамитомъ или пироксилиномъ, и затѣмъ такой патронъ вводится въ середину динамитнаго заряда. При взрывѣ динамита съ недѣятельнымъ основаніемъ, отдѣляющаяся теплота тратится на нагрѣваніе не только газовъ, но и поглотителя. Вслѣдствіе этого температура газовъ, а слѣдовательно, и начальное давленіе будетъ меньше, чѣмъ при взрывѣ чистаго нитроглицерина, и притомъ въ тѣмъ большей степени, чѣмъ больше процентное содержаніе поглотителя и чѣмъ больше его теплоемкость.

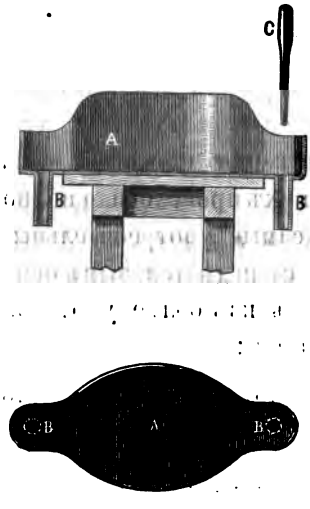
Динамиты съ дѣятельнымъ основаніемъ. Съ цѣлью уменьшить недостатки, присущіе динамитамъ съ недѣятельнымъ основаніемъ (застываніе нитроглицерина при $+8^0$, отдѣленіе нитроглицерина отъ поглотителя подъ вліяніемъ влаги и т. д.), а также съ цѣлью увеличить полезное дѣйствіе [1]) или увеличить или уменьшить быстроту ихъ разложенія (дробящую силу), стали сначала примѣшивать къ нимъ разнообразныя органическія тѣла и нѣкоторыя взрывчатыя смѣси, которыми затѣмъ вполнѣ замѣнили недѣятельное основаніе, и стали готовить динамиты, въ которыхъ поглотителемъ служатъ исключительно смѣси изъ органическихъ тѣлъ (преимущественно клѣтчатки, угля, сѣры) и окисляющихъ соединеній (преимущественно натріевой селитры) въ такихъ отношеніяхъ, чтобы при сгораніи ихъ происходило полное окисленіе. Динамиты послѣдняго рода нынѣ самые употребительные, и они вытѣсняютъ изъ употребленія динамиты съ недѣятельнымъ основаніемъ. Вотъ для примѣра составъ нѣкоторыхъ изъ болѣе употребительныхъ динамитовъ съ дѣятельнымъ основаніемъ:

Литофрактеръ Krebs и Cº.	
Нитроглицеринъ	54,50
Азотнобаріевая соль	14,75
Перекись марганца	2
Сода	2
Древесная мука	2
Отруби	1
Сѣра	7
Трепелъ	16,75
Рекситъ Diller'a.	
Нитроглицеринъ	64
Истлѣвшее дерево	11
Древесная мука	7
Натріевая селитра	18
Карбонатъ Schmidt и Bichel.	
Нитроглицеринъ	25,0
Древесная мука	40,5
Натріевая селитра	34,0
Сода	0,5
Vulcan Powder (Америка).	
Нитроглицеринъ	30,0
Натріевая селитра	52,5
Сѣра	7,0
Древесный уголь	10 5
Judson Powder (Америка).	
Нитроглицеринъ	5

[1]) При взрывѣ нитроглицерина остается свободнымъ около 3,5% кислорода, который можетъ быть употребленъ для сжиганія какого нибудь горючаго тѣла съ цѣлью увеличить количество выдѣляющагося тепла, слѣдовательно, и полезнаго дѣйствія нитроглицерина.

Натріевая селитра 64	*Динамитъ № 3 для бурящихъ машинъ.*
Сѣра 16	Нитроглицеринъ 15
Канельскій уголь 15	Пороховой смѣси изъ 84,5 ч. азотно-натріевой соли, 15 ч. каменнаго угля и 0,5 соды 85
Порошкообразный аммачный динамитъ.	
Нитроглицеринъ 20	*Карбодинамитъ Reid'a и Borland.*
Азотноаммоніевая соль 25	Нитроглицеринъ 90
Натріевая селитра 36	Уголь изъ пробковаго дерева . . . . 10.
Поджаренная ржаная мука 18,5	

Приготовленіе динамитовъ съ дѣятельнымъ основаніемъ производятъ тѣми же способами, какіе служатъ для приготовленія динамитовъ съ недѣятельнымъ основаніемъ. Если, однако, динамитная смѣсь очень суха и мало пластична, то формовку динамитныхъ патроновъ производятъ не въ прессахъ выше описанныхъ, а въ корытообразномъ сосудѣ, въ днѣ котораго, вдоль боковыхъ стѣнокъ, укрѣплены трубки соотвѣтственныхъ размѣровъ (фиг. 259). Динамитъ помѣщаютъ въ корытообразный сосудъ, и рабочій при помощи деревянной палочки вводитъ динамитъ въ трубки и выталкиваетъ его изъ нихъ осторожными ударами въ подставленную гильзу. Если динамиты содержатъ составныя части очень гигроскопичныя, въ такомъ случаѣ картонныя коробки, въ которыхъ уложены патроны такихъ динамитовъ, послѣ завертыванія въ бумагу и обвязыванія веревкой, погружаютъ въ расплавленный парафинъ нѣсколько разъ и такимъ образомъ покрываютъ всю коробку непроницаемымъ для воды слоемъ парафина.



Фиг. 259.

Динамиты съ дѣятельнымъ основаніемъ представляютъ болѣе или менѣе вязкія смѣси различнаго вида и удѣльнаго вѣса, смотря по свойствамъ ихъ составныхъ частей. Они такъ же, какъ и динамиты съ недѣятельнымъ основаніемъ, не измѣняются при продолжительномъ лежаніи въ обыкновенныхъ условіяхъ температуръ и влажности; при $+8^0$ обыкновенно затвердѣваютъ; къ удару менѣе чувствительны нитроглицерина; мало чувствительны къ электрической искрѣ; взрываютъ подъ вліяніемъ гремучей ртути. Объемъ и составъ газовъ, образующихся при ихъ взрываніи, а также теплота и температура горѣнія зависятъ отъ состава динамита.

Гремучій студень. Продуктъ этотъ, какъ уже сказано выше, получается растворе́ніемъ сухаго коллодіоннаго пироксилина (всего

лучше смѣси 4-хъ. и 5-тиазотной клѣтчатки), во вполнѣ чистомъ нитроглицеринѣ, при чемъ на 100 ч. нитроглицерина берутъ отъ 7,5 до 10 ч. пироксилина. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ къ смѣси прибавляютъ небольшое количество соды, а также камфоры (на 100 ч. гремучаго студня 4—5 ч.), которая значительно уменьшаетъ чувствительность гремучаго студня къ толчкамъ и ударамъ. Въ большей части заводовъ, въ особенности въ заводахъ, производящихъ ежедневно небольшое количество гремучаго студня, смѣшеніе названныхъ составныхъ частей производятъ въ круглыхъ или 4-угольныхъ ящикахъ изъ мѣдныхъ или свинцовыхъ листовъ, окруженныхъ кожухомъ, по которому можетъ протекать вода. Ящики нагрѣваютъ непрерывно протекающей водой до 50° (болѣе сильное нагрѣваніе увеличиваетъ испареніе нитроглицерина, что вредно для здоровья людей), вливаютъ въ нихъ соотвѣтственное количество нитроглицерина и, когда спустя $^1/_2$ часа нитроглицеринъ нагрѣется, къ нему прибавляютъ пироксилинъ при постоянномъ помѣшиваніи деревянной лопаткой, оставляютъ затѣмъ смѣсь въ покоѣ и спустя два часа мѣсятъ ее руками какъ тѣсто, пока она не приметъ однородной консистенціи. Послѣ охлажденія она образуетъ болѣе или менѣе однородный студень. На большихъ заводахъ ручную работу замѣняютъ машинной, производя смѣшеніе и мѣшку смѣси въ особенныхъ мѣсильныхъ аппаратахъ. Готовый гремучій студень перерабатываютъ въ патроны. Такъ какъ онъ очень вязокъ, то для этой работы не могутъ служить описанные выше прессы, употребляемые при приготовленіи динамитныхъ патроновъ, а формовку его производятъ въ аппаратахъ, сходныхъ по своему устройству съ аппаратами, употребляемыми для фабрикаціи машиннаго торфа (стр. 73) и состоящихъ изъ горизонтальнаго цилиндра (длин. 25,6 см., діаметръ 8 см.), снабженнаго мундштукомъ, воронкой для нагрузки студня и горизонтальнымъ вращающимся валомъ, на которомъ насажена улитка, выталкивающая студень черезъ отверстіе мундштука въ видѣ безконечнаго цилиндрическаго стержня. Выдвинутый стержень разрѣзываютъ бронзовымъ ножемъ на куски соотвѣтственной величины, которые обычнымъ путемъ завертываютъ въ пергаментную или парафинированную бумагу и укупориваютъ въ картонныя коробки и деревянные ящики.

Гремучій студень имѣетъ видъ упругаго янтарножелтаго прозрачнаго тѣла, похожаго на полузастывшій клей, жиренъ на ощупь, легко рѣжется ножемъ, обладаетъ уд. вѣсомъ 1,6. Нитроглицеринъ въ немъ удерживается очень прочно и не выдѣляется ни большимъ давленіемъ, ни водой (гремучій студень для безопасности можетъ быть сохраняемъ подъ водой), ни при продолжительномъ лежаніи при тем-

пературѣ 32°. При сожиганіи небольшихъ количествъ гремучаго студня на открытомъ воздухѣ, онъ сгораетъ постепенно, подобно трепельному динамиту. При медленномъ нагрѣваніи онъ взрываетъ при 204°, при быстромъ же—только около 240°. При низкихъ температурахъ гремучій студень замерзаетъ труднѣе трепельнаго динамита, а оттаиваніе происходитъ легче. Благодаря высокой температурѣ воспламененія и упругости онъ мало чувствителенъ къ механическимъ воздѣйствіямъ и труднѣе взрываетъ подъ вліяніемъ детонаторовъ, чѣмъ трепельный динамитъ. Запальнымъ патрономъ служитъ смѣсь изъ нитроглицерина (60%) и порошкообразнаго взрывчатаго пироксилина (40%), взрываемая капсюлью гремучей ртути. Прибавленіе камфоры къ гремучему студню возвышаетъ температуру воспламененія и уменьшаетъ чувствительность къ удару и дѣйствію детонаторовъ. При взрывѣ гремучій студень вполнѣ превращается въ газы, составъ которыхъ не отличается отъ газовъ, образующихся при взрывѣ чистаго нитроглицерина; камфористый гремучій студень, кромѣ угольнаго ангидрида, воды и азота, образуетъ небольшое количество окиси углерода.

Гремучій студень въ чистомъ видѣ употребляется только для взрыванія очень вязкихъ горныхъ породъ, а также для военныхъ цѣлей. Для обыкновенныхъ горнозаводскихъ работъ онъ обладаетъ слишкомъ значительной дробящей силой, и для уменьшенія этой послѣдней предложено прибавлять къ нему другія тѣла, между которыми всего чаще употребляютъ смѣсь изъ каліевой или натріевой селитры съ древесной мукой. Вотъ для примѣра составъ одного изъ динамитовыхъ студней (*гелигнитъ*):

65% студня изъ { 62,5% нитроглицерина
2,5% коллодіоннаго хлопка

35% примѣси изъ { 26,25% натріевой селитры
8,40% древесной муки
0,35% соды.

Вмѣсто древесной муки употребляютъ также ржаную муку; вмѣсто каліевой или натріевой селитры—амміачную (она увеличиваетъ полезное дѣйствіе, не увеличивая гигроскопичности).

Смѣшеніе гремучаго студня съ названными примѣсями производятъ или ручною работой, или при помощи мѣсильныхъ аппаратовъ и затѣмъ изъ полученной смѣси формуютъ патроны тѣмъ же путемъ, какимъ формуютъ ихъ изъ чистаго гремучаго студня.

Бездымный (малодымный) порохъ.

Съ успѣхами фабрикаціи огнестрѣльнаго оружія, каналъ послѣдняго стали постепенно уменьшать, чтобы тѣмъ достигнуть большей мѣткости въ стрѣльбѣ и уменьшить объемъ и вѣсъ ружья и патрона. Такъ какъ живая сила снаряда пропорціональна массѣ и квадрату скорости, то, уменьшая массу пули, естественно необходимо было увеличить метательную силу пороха. Обыкновенный черный порохъ не могъ дать желательнаго увеличенія скорости, а потому стало весьма важнымъ примѣнить къ военному оружію тѣ взрывчатыя тѣла, которыя обладаютъ большею силою, а именно пироксилинъ, пикраты, нитроглицеринъ и другія, которыя имѣютъ еще то преимущество передъ обыкновеннымъ порохомъ, что при сгораніи не даютъ дыма—обстоятельство очень важное въ военномъ дѣлѣ, такъ какъ образованіе значительнаго количества дыма уменьшаетъ мѣткость стрѣльбы.

Попытки этого рода (начиная съ опытовъ *Ленка* надъ примѣненіемъ взрывчатаго пироксилина къ стрѣльбѣ изъ орудій, стр. 834) долго не приводили къ желанной цѣли, въ виду чрезмѣрной дробящей силы названныхъ тѣлъ, и только тогда, когда былъ указанъ способъ для ослабленія дробящей силы (замедленія быстроты горѣнія) пироксилина, попытки примѣненія его и другихъ названнымъ взрывчатыхъ тѣлъ увѣнчались успѣхомъ.

Прототипомъ бездымнаго пороха можно считать *порохъ Шультце* (E. Schultze), который получается нитраціею зерненой древесины.

Твердое дерево превращаютъ механическимъ путемъ въ правильныя зерна и очищаютъ отъ инкрустирующихъ тѣлъ кипяченіемъ съ слабымъ растворомъ соды, промываніемъ водой, обработкой паромъ и отбѣливаніемъ хлорной известью. Послѣ надлежащаго очищенія зерна древесины сушатъ и нитруютъ, погружая въ смѣсь, состоящую изъ 28,5 ч. азотной кислоты (уд. в. 1,48—1,50) и 71,5 ч. сѣрной кислоты (уд. в. 1,84). На 6 ч. очищеннаго дерева берутъ 100 ч. названной смѣси. Послѣ окончанія реакціи, отдѣляютъ продуктъ отъ кислотъ центробѣжной машиной, промываютъ водой, варятъ въ растворѣ соды, вновь промываютъ и наконецъ сушатъ. Для усиленія дѣйствія, полученный указаннымъ способомъ пироксилинъ пропитываютъ растворомъ каліевой селитры, къ которому прибавляютъ также баріевой или желѣзисто-синеродистаго калія, и затѣмъ сушатъ при 32—44°. На 100 ч. пироксилина берутъ 26 ч. азотнокаліевой соли (или $22^1/_2$ ч. этой послѣдней и $7^1/_2$ ч. азотнобаріевой соли) и 220 ч. воды.

Порохъ Шультце, примѣняемый и по-нынѣ какъ охотничій порохъ въ Англіи, оказался, однако, непригоднымъ для военныхъ цѣлей, въ виду чрезмѣрной своей дробящей силы.

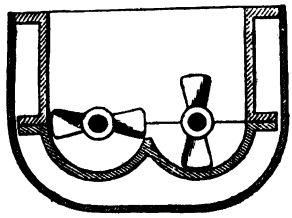
Первый шагъ къ приготовленію современнаго бездымнаго пороха былъ сдѣланъ Reid'омъ и Johnson'омъ (1882) и Judson'омъ и Borland'омъ. Порохъ первыхъ изъ названныхъ изобрѣтателей (E. C., порохъ Explosives Company) представляетъ собою зерненый взрывчатый пироксилинъ и получается слѣдующимъ образомъ. Измельченный пироксилинъ помѣщаютъ въ вращающіяся бочки, гдѣ онъ при вбрызгиваніи воды и вращеніи бочекъ превращается въ зерна различной крупности. Послѣ сушки зерна смачиваютъ эѳиромъ (на 100 об. обыкновеннаго пороха берутъ 50—80 об. обыкновеннаго эѳира), затѣмъ вновь сушатъ и протираютъ сквозь сита. Вслѣдствіе смачиванія эѳиромъ зерна послѣ сушки покрываются тонкимъ слоемъ коллодіума. Для увеличенія прочности и однородности продукта, въ настоящее время при приготовленіи E. C. пороха, зерна послѣ первой сушки вполнѣ пропитываютъ эѳиромъ и затѣмъ сушатъ. Для сообщенія зернамъ однороднаго цвѣта, ихъ окрашиваютъ ауриномъ (ангидридъ трифенолъ-карбинола[1]) въ красновато-желтый цвѣтъ. E. C. порохъ и по настоящее время примѣняется въ Англіи и его колоніяхъ, какъ охотничій порохъ. Порохъ Judson'a и Borland'a (J. B. порохъ) состоитъ изъ смѣси двухазотной клѣтчатки, селитры и камфоры. Смѣсь изъ двухазотной клѣтчатки (68 ч.), азотнобаріевой соли (25 ч.), азотнокаліевой соли (6 ч.) и ультрамарина (1 ч.) превращаютъ въ зерна, какъ при приготовленіи E. C. пороха, въ вращающейся бочкѣ при обрызгиваніи водой; полученныя зерна высушиваютъ и пропитываютъ растворомъ камфоры (10 ч.) въ нефтяномъ эѳирѣ (50 ч.), затѣмъ отгоняютъ эѳиръ и высушиваютъ при 100°. Порохъ этотъ нѣкоторое время примѣняли какъ охотничій порохъ, теперь фабрикація его, повидимому, оставлена.

Только съ появленіемъ B-пороха *Вьелля* (Vieille, 1884) и баллистита *Нобеля* (A. Nobel, 1889) возникло современное производство бездымнаго пороха. Нынѣ производимые виды бездымнаго пороха могутъ быть раздѣлены на три группы: къ первой группѣ относятся тѣ, которые состоятъ изъ одного пироксилина (растворимаго или нерастворимаго), превращеннаго при помощи какого-нибудь растворителя (желатинаціею) въ рогоподобное тѣло; ко второй тѣ, которые состоятъ изъ коллодіоннаго пироксилина и нитроглицерина, превращенныхъ безъ или при содѣйствіи растворителя въ рогоподобное тѣло; и, наконецъ, къ третьей тѣ, которые состоятъ изъ нитропро-

[1]) $C_{19}H_{14}O_3=(OH.C_6H_4)_2C<\overset{C_6H_4}{\underset{O}{\diagdown\diagup}}$. Получается при нагрѣваніи фенола (C_6H_6O) съ сѣрной и щавелевой кислотами. Кристаллы темнокраснаго цвѣта, плавящіеся при 220°.

изводныхъ ароматическихъ углеводородовъ съ примѣсью или безъ примѣси пироксилина.

Пироксилиновый порохъ. Матеріаломъ для приготовленія пороховъ этой группы, къ которой относится и В-порохъ *Вьелля*, служитъ пироксилинъ съ большимъ или меньшимъ содержаніемъ колодіоннаго пироксилина (смотря по роду изготовленнаго пороха) и, какъ растворители, уксусный эѳиръ, ацетонъ или смѣсь этиловаго эѳира и спирта. Пироксилинъ передъ употребленіемъ обезвоживаютъ или высушиваніемъ (стр. 844) до содержанія 1—2% воды, или систематическимъ промываніемъ крѣпкимъ этиловымъ спиртомъ, чередуя это промываніе съ отжиманіемъ (въ прессахъ или центрофугахъ). Обработку пироксилина растворителемъ производятъ въ закрытыхъ мѣшальныхъ аппаратахъ различнаго устройства. Схема одного изъ аппаратовъ подобнаго рода представлена на фиг. 260. Онъ имѣетъ форму чугуннаго 4-угольнаго ящика, дно котораго образовано изъ двухъ, другъ возлѣ друга поставленныхъ корытъ. Въ каждомъ изъ этихъ корытъ движется мѣшалка со стальными крыльями. Для облегченія разгрузки, ящикъ снабженъ приспособленіемъ для приведенія его въ вертикальное положеніе. Кромѣ того мѣсильный аппаратъ снабженъ кожухомъ изъ листоваго желѣза, по которому можно пропускать холодную или теплую воду, а также крышкой для избѣжанія испаренія растворителя. Въ аппаратъ помѣщаютъ соотвѣтственное количество пироксилина и растворителя и приводятъ въ движеніе мѣшалку, продолжая перемѣшиваніе до тѣхъ поръ, пока не будетъ получено однородное тѣсто. Смотря по растворимости пироксилина и количеству употребленнаго растворителя, операція перемѣшиванія требуетъ болѣе или менѣе продолжительнаго времени. Такъ какъ до сихъ поръ улавливаніе растворителя изъ готоваго продукта не удалось достигнуть удовлетворительнымъ образомъ, то употребляютъ по возможности мало растворителя и увеличиваютъ продолжительность перемѣшиванія. Въ виду этого, мѣшка тѣста продолжается отъ 6 до 8 часовъ; за разъ въ работу берутъ отъ 50 до 100 кгр. пироксилина. Полученное вышеописаннымъ способомъ тѣсто превращаютъ или въ листы прокатываніемъ между вальцами, или въ ленты, цилиндрическія



Фиг. 260.

нити, или въ бруски, помѣщая тѣсто въ вертикальныя или горизонтальные цилиндры, снабженные соотвѣтственными мундштуками, и выжимая его изъ цилиндровъ поршнями, приводимыми въ дѣйствіе гидравлическимъ прессомъ. Послѣ формовки полученный продуктъ подвѣшиваютъ на палки или укладываютъ на лотки (съ сѣтчатымъ металлическимъ дномъ) въ камерахъ, снабженныхъ вентиляціею, гдѣ при обыкновенной температурѣ изъ продукта улетучивается большая часть растворителя, которую или удаляютъ въ воздухъ или улавливаютъ въ спеціальныхъ приборахъ (*провяливаніе*). Послѣ провяливанія листы и широкія ленты для приданія имъ однородности прокатываютъ между валами. Листы и широкія ленты послѣ прокатыванія, а узкія ленты, бруски и т. д. непосредственно послѣ провяливанія рѣжутъ при помощи спеціальныхъ снарядовъ на 4-хъ-угольныя пластинки различной величины или палочки и кубы [1]). Послѣ рѣзки бездымный порохъ сушатъ въ спеціальныхъ сушилкахъ при 35—40° до возможно-полнаго удаленія растворителя; ружейный порохъ передъ сушкой подвергаютъ сортировкѣ на рѣшетахъ, полировкѣ (рѣдко съ графитомъ) въ бочкахъ и мѣшкѣ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ передъ окончательной сушкой пироксилиновый порохъ вымачиваютъ въ водѣ съ цѣлью извлечь изъ него большую часть растворителя въ немъ содержащагося, а также (пушечный порохъ въ толстыхъ 4-хъ-угольныхъ пластинкахъ) съ цѣлью ускорить сушку.

Кромѣ приготовленія въ листочкахъ, пироксилиновый порохъ (въ особенности для охоты) готовятъ также въ зернахъ. Для этого къ полученному при смѣшеніи пироксилина съ растворителемъ тѣсту прибавляютъ горячей воды (60°) и вдуваютъ въ него струю пара, вслѣдствіе чего тѣсто черезъ нѣсколько минутъ превращается въ зерна. Зерна затѣмъ обрабатываютъ горячей водой до полнаго удаленія растворителя, удаляютъ воду отжиманіемъ и центрофугированіемъ, а затѣмъ сушатъ и сортируютъ просѣиваніемъ.

Порохъ изъ нитроглицерина и пироксилина. Къ этой группѣ по-

---

1) Размѣры пластинокъ, кубовъ и т. д. весьма различны. Вполнѣ готовый русскій ружейный (военный) порохъ состоитъ изъ пластинокъ, имѣющихъ длину и ширину $1^1/_2$—2 мм., а толщину 0,5 мм.; порохъ для полевыхъ пушекъ—изъ пластинокъ, имѣющихъ длину 15 мм., ширину 10 мм., а толщину 0,7 мм; порохъ для 6-дюйм. пушекъ—изъ пластинокъ, имѣющихъ длину 9,5 см., ширину 1,5 см. и толщину 1,10 мм. Пластинки послѣдняго рода помѣщаютъ въ орудія въ видѣ перевязанныхъ пучковъ

роховъ относится *баллиститъ* (A. Nobel, 1887), состоящій изъ нитроглицерина и коллодіоннаро пироксилина, *кордитъ* (Fr. Abel и J. Dewar, 1889)—изъ нитроглицерина и взрывчатаго пироксилина, *амберитъ* (Curtis и André), состоящій изъ нитроглицерина и смѣси коллодіоннаго и взрывчатаго пироксилина, и *порохъ Леонарда* (M. E. Leonard), состоящій изъ нитроглицерина и пироксилина съ примѣсью органическихъ соединеній (ликоподій, мочевина), несодержащихъ остатковъ азотной кислоты. Амберитъ и порохъ Леонарда представляютъ собою видоизмѣненія баллистита и кордита, а потому скажемъ здѣсь только о приготовленіи этихъ послѣднихъ, какъ болѣе изученныхъ.

Баллститъ состоитъ изъ 50% коллодіоннаго пироксилина (съ 11,2% азота), близкаго по своему свойству съ четырехазотной клѣтчаткой $C_{12}H_{16}O_6(NO_3)_4$, и 50% нитроглицерина. Его приготовляютъ обыкновенно слѣдующимъ образомъ (способъ Lundholm и Sayers, 1890). Нитроглицеринъ и коллодіонный пироксилинъ помѣщаютъ въ горячую воду и перемѣшиваютъ вдуваніемъ струи воздуха. Полученную смѣсь освобождаютъ отъ большей части воды отжиманіемъ, затѣмъ пропусканіемъ между нагрѣтыми (50—60°) вальцами. При многократномъ пропусканіи между вальцами происходитъ полное раствореніе пироксилина въ нитроглицеринѣ, а также удаленіе воды изъ раствора, и въ результатѣ получается вполнѣ однородный листъ баллистита безъ пузырьковъ. Готовый листъ разрѣзываютъ затѣмъ на 4-угольные листочки соотвѣтственной величины. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ баллиститу придаютъ и другую форму.

Кордитъ состоитъ изъ 58 ч. взрывчатаго пироксилина (съ 12,7% азота), отвѣчающаго составу пятиазотной клѣтчатки $C_{12}H_{15}O_5(NO_3)_5$, 37 ч. нитроглицерина и 5 частей вазелина, которые растворяютъ въ 19,2 ч. ацетона. Смѣшеніе (желатинацію) производятъ въ мѣсильномъ аппаратѣ, охлаждаемомъ водой. Полученное тѣсто превращаютъ въ проволоки (струны), помѣщая его въ цилиндръ, снабженный соотвѣтственнымъ мундштукомъ, и выжимая его изъ цилиндра поршнемъ, приводимымъ въ дѣйствіе гидравлическимъ прессомъ. Полученныя проволоки [1]) разрѣзываютъ на куски, помѣщаютъ на холстъ, натянутый на

---

1) Проволоку готовятъ различныхъ діаметровъ. Для ружейнаго пороха въ 1 мм., для полевыхъ пушекъ 2,5 мм., для орудій большаго калибра въ 6—7 мм.

рамки, и отправляютъ въ сушильни, въ которыхъ при умѣренномъ нагрѣваніи (40°) изъ продукта улетучивается растворитель.

Свойства баллистита и кордита близки между собою, и по внѣшнему виду они отличаются только формой. Баллиститъ имѣетъ кубическую или брусковатую форму, кордитъ—проволочную (откуда и самое названіе его отъ англійскаго слова corde—проволока). Удѣльный вѣсъ баллистита 1,64, кордита 1,56; оба очень гибки, имѣютъ темнобурый цвѣтъ, въ тонкомъ слоѣ прозрачны, легко рѣжутся ножемъ, почти совсѣмъ не гигроскопичны и даже въ насыщенномъ водяными парами пространствѣ поглощаютъ не болѣе 1% воды. Къ нагрѣванію при температурѣ 65—100° относительно мало чувствительны, въ особенности баллиститъ. При медленномъ нагрѣваніи баллиститъ взрываетъ при температурѣ около 185°, кордитъ при температурѣ около 175°. Къ удару между желѣзными поверхностями оба одинаково чувствительны, при чемъ взрываетъ только та часть, которая непосредственно подверглась удару, сосѣднія же части разбрасываются безъ измѣненія; подъ вліяніемъ капсюли съ гремучей ртутью или запальнаго патрона изъ прессованнаго пироксилина заряды бездымнаго пороха или разбрасываются въ стороны, или подвергаются только постепенному сожиганію, какъ при воспламененіи накаленнымъ тѣломъ. Въ виду этого, при употребленіи баллистита или кордита для стрѣльбы въ пушкахъ, между зарядомъ и капсюлью (ударной или гальванической) помѣщаютъ передаточный воспламенитель, состоящій изъ нѣсколькихъ граммовъ обыкновеннаго пороха. При горѣніи на открытомъ воздухѣ подъ обыкновеннымъ атмосфернымъ давленіемъ оба рода пороха сгораютъ медленнѣе обыкновеннаго пороха, при чемъ сгораніе каждаго зерна происходитъ послѣдовательно параллельными слоями, вслѣдствіе чего сгораніе равныхъ вѣсовъ пороха будетъ происходить тѣмъ медленнѣе, чѣмъ крупнѣе зерна его. Такъ-какъ горѣніе назв. видовъ пороха происходитъ такимъ же образомъ и въ замкнутомъ пространствѣ (т. е. подъ постепенно возрастающими давленіями), то становится очень легкимъ выборъ величины зеренъ для орудій различныхъ калибровъ.

Газы, образующіеся при горѣніи обоихъ видовъ пороха въ замкнутомъ пространствѣ, состоятъ изъ угольнаго ангидрида, окиси углерода, водорода, воды и азота, при чемъ съ увеличеніемъ плотности заряженія относительное количество угольнаго ангидрида и водорода

возрастаетъ, а относительныя количества окиси углерода и воды уменьшаются. Одинъ кгр. баллистита при плотности заряженія 0,014 даетъ 808 (вода газообразная) или 575 (вода въ видѣ жидкости) литр. газовъ при 0° и давленіи 760 мм., а 1 кгр. кордита, сгорая подъ давленіемъ (окончательнымъ) въ 1524 атмосферы, даетъ 892 (вода въ видѣ газа) или 698 (вода въ жидкомъ состояніи) литровъ газа при 0° и 760 мм. Теплопроизводительная способность баллистита — 1310 кал. (вода жидкая) или 1198 кал. (вода газообразная); кордита 1272 кал. (вода жидкая) или 1178 кал. (вода газообразная). Температура горѣнія баллистита 3000°, кордита 2850°.

Порохъ изъ пироксилина и нитропродуктовъ ароматическихъ углеводородовъ. Сюда относятся *индуритъ* (C. C. Munroe, 1893) *порохъ Du Pont* (1893), *пластоменитъ* (Hermann Güttler) и друг.

Индуритъ приготовляютъ, растворяя вполнѣ чистый взрывчатый хлопокъ (очищенный отъ низшихъ азотныхъ эѳировъ метиловымъ спиртомъ) въ нитробензолѣ; полученный густой растворъ превращаютъ въ листы, которые рѣжутъ на зерна. Полученныя зерна обрабатываютъ горячей водой и паромъ, при чемъ (часть или весь) нитробензолъ улетучивается, и зерна твердѣютъ. На одну часть взрывчатаго пироксилина употребляютъ 0,9—1,8 ч. нитробензола. Подобнымъ же образомъ приготовляютъ и порохъ Du Pont'a.

Пластоменитъ представляетъ растворъ древеснаго пироксилина въ динитротолуолѣ. Для полученія названнаго пороха динитротолуолъ расплавляютъ въ водяной банѣ, прибавляютъ къ нему мало по малу до $^1/_5$ ч. по вѣсу нитроклѣтчатки и полученный продуктъ зернятъ. Порохъ имѣетъ бурый цвѣтъ; гравиметрическая плотность его равна 0,1. Онъ отличается большимъ постоянствомъ и употребляется какъ охотничій порохъ.

Изъ описанныхъ видовъ бездымнаго пороха, пироксилинный порохъ принятъ въ Россіи, Германіи и Франціи, кордитъ въ Англіи, баллиститъ въ Италіи (съ 1890) и отчасти въ Германіи и Австріи. Порохъ третьей группы, а именно порохъ, приготовленный растворе-ніемъ пироксилина въ твердыхъ нитроуглеводородахъ ароматическаго ряда, не получилъ пока широкаго примѣненія, но ему, по видимому, предстоитъ будущность. Порохъ этого рода не требуетъ для своего приготовленія летучаго растворителя, трудно вполнѣ удаляемаго изъ готоваго продукта, и растворитель его есть тѣло не взрывчатое, а потому порохъ этотъ менѣе чувствителенъ къ механическимъ воздѣйствіямъ, чѣмъ баллиститъ и ему подобные виды пороха, содержащіе нитроглицеринъ.

Потенціальная энергія, сила и дробящая способность взрывчатыхъ тѣлъ.

Познакомившись съ способами приготовленія и съ важнѣйшими свойствами болѣе употребительныхъ взрывчатыхъ тѣлъ, разсмотримъ теперь механическое ихъ дѣйствіе.

Дѣйствіе это опредѣляется тремя факторами:

1) Теплотворной ихъ способностью, т. е. количествомъ тепла, образующагося при разложеніи взрывчатаго тѣла;

2) Объемомъ газовъ, образующихся при этомъ разложеніи, и

3) Быстротой разложенія.

Первый факторъ—*теплотворная способность*—служитъ мѣриломъ механической работы взрывчатаго тѣла. Если черезъ Qt обозначить количество тепла (въ бол. калоріяхъ), выдѣляемаго 1 кгр. взрывчатаго тѣла при охлажденіи продуктовъ его разложенія до температуры t, черезъ с среднюю теплоемкость продуктовъ разложенія между температурой t и абсолютнымъ нулемъ (—273°) и если принять механическій эквивалентъ тепла равнымъ 425 кгр.-метр., въ такомъ случаѣ максимальная работа, или такъ наз. *потенціалъ* взрывчатаго тѣла (H), будетъ равенъ:

$$H=[Qt+(t+273)c].425 \text{ кгр.-метр.},$$

гдѣ выраженіе Qt+(t+273)c обозначаетъ, такъ называемую, абсолютную теплоту, т. е. число большихъ калорій, выдѣляемыхъ продуктами разложенія 1 кгр. взрывчатаго вещества при охлажденіи ихъ до абсолютнаго нуля.

Приведенное уравненіе отвѣчаетъ, слѣдовательно, всей возможной работѣ взрывчатаго тѣла, которая конечно всегда значительно больше дѣйствительной, но ей пропорціональна. Хотя только дѣйствительныя работы взрывчатыхъ тѣлъ пропорціональны, строго говоря, абсолютнымъ количествамъ тепла, тѣмъ не менѣе для практическихъ цѣлей отношеніе такихъ теплотъ можно замѣнять приблизительными отношеніями теплотъ, отдѣляемыхъ взрывчатыми тѣлами при обыкновенныхъ температурахъ, напр. при 0°, и вычислять *относительныя потенціальныя энергіи* взрывчатыхъ тѣлъ, раздѣляя число единицъ теплоты, выдѣляемыхъ 1 кгр. взрывчатыхъ тѣлъ, при охлажденіи продуктовъ горѣнія до 0°, на число единицъ теплоты, выдѣляемыхъ при тѣхъ же условіяхъ взрывчатыми тѣлами, потенціальная энергія которыхъ принята за единицу. Если принять напр. потенціальную энергію обыкновеннаго пороха, выдѣляющаго 720 ед. тепла, за единицу,

то относительная потенціальная энергія нитроглицерина, выдѣляющаго 1600 ед. тепла, будетъ равна

$$\frac{1600}{700} = 2{,}2.$$

Второй факторъ — *объемъ газовъ* въ моментъ взрыва — обусловливаетъ давленіе (въ атмосферахъ или въ кгр. на кв. см.) на стѣнки замкнутаго пространства при разложеніи единицы вѣса (1 кгр.) взрывчатаго тѣла въ единицѣ объема (1 лит.), т. е. такъ назыв. *абсолютную силу* взрывчатаго тѣла. Съ перваго взгляда казалось бы, что давленіе это (P) въ кгр. на кв. см. не трудно опредѣлить теоретическимъ путемъ по формулѣ:

$$P = \frac{1{,}033\, V_0 (273+t)}{V \cdot 273}$$

въ которой 1,033 выражаетъ давленіе атмосферы (въ кгр. на кв. см.), V_0 объемъ газовъ въ литрахъ при 0° и 750 мм. р. с., образовавшихся при разложеніи 1 кгр. взрывчатаго тѣла, (273+t) абсолютную температуру горѣнія, V объемъ въ литрахъ замкнутаго пространства, въ которомъ происходитъ взрывъ.

Но формула эта предполагаетъ, что составъ газовъ во время взрыва (при высокой температурѣ) тотъ-же, какъ послѣ охлажденія, что законъ Бойль-Маріотта вѣренъ при всякихъ давленіяхъ и что температура горѣнія можетъ быть точно опредѣлена. Между-тѣмъ есть основаніе думать, что газы во время взрыва (вслѣдствіе диссоціаціи и другихъ причинъ) имѣютъ другой составъ, чѣмъ послѣ охлажденія; извѣстно также, что газы при высокихъ давленіяхъ не строго слѣдуютъ закону Бойль-Маріотта, и наконецъ до сихъ поръ не удалось съ точностью опредѣлить температуру горѣнія взрывчатыхъ тѣлъ (t). Температура эта не можетъ быть опредѣлена непосредственно (вслѣдствіе краткости времени, въ теченіе котораго она держится), а для вычисленія ея теоретическимъ путемъ (изъ теплопроизв. способности и теплоемкости[1]) у насъ нѣтъ достаточно точныхъ данныхъ, ни относительно состава газовъ во время взрыва, ни относительно теплоемкости продуктовъ горѣнія взрывчатыхъ тѣлъ при высокихъ температурахъ. Въ послѣднее время, впрочемъ, зависимость теплоемкости отъ температуры, для нѣкоторыхъ изъ продуктовъ разложенія взрывчатыхъ тѣлъ, ($CO, N_2, H_2, O_2, CO_2, H_2O$) была опредѣлена *Малярдомъ* и *Ле-Шателье*

[1]) $t = \frac{Q}{c}$, гдѣ Q количество теплоты, выдѣляемое при горѣніи 1 кило взрывчатаго вещества въ моментъ взрыва, а c средняя теплоемкость продуктовъ горѣнія при постоянномъ объемѣ.

(Mallard и Le-Chatelier, 1883) и *Бертело* и *Вьеллемъ* (Berthelot и Vielle, 1885), и абсолютная сила взрывчатыхъ тѣлъ можетъ быть достаточно точно опредѣлена теоретическимъ путемъ, пользуясь формулами *Ванъ-деръ-Ваальса* или *Клаузіуса*. Тѣмъ не менѣе, теоретическое опредѣленіе силъ взрывчатыхъ тѣлъ заключаетъ въ себѣ пока не мало произвольнаго, а потому силу взрывчатыхъ тѣлъ опредѣляютъ обыкновенно опытнымъ путемъ, и именно двумя пріемами: *статически*, т. е. пріискивая силу, уравновѣшивающую давленіе продуктовъ разложенія, или *динамически*, опредѣляя законъ движенія, сообщеннаго какому либо вѣсомому тѣлу.

Принимая абсолютную силу одного изъ взрывчатыхъ тѣлъ (обыкновеннаго пороха) за единицу и раздѣляя на эту величину числа, найденныя для абсолютной силы другихъ взрывчатыхъ тѣлъ, мы получаемъ *относительную силу* взрывчатыхъ тѣлъ.

Относительная сила эта, имѣющая для практики большее значеніе чѣмъ абсолютная, можетъ быть опредѣлена также независимо отъ послѣдней, практическимъ или теоретическимъ путемъ.

Изъ практическихъ способовъ для опредѣленія относительной силы взрывчатыхъ тѣлъ, укажемъ на способъ *Ру* и *Сарро* (1874), состоящій въ томъ, что опредѣляютъ величину заряда взрывчатыхъ тѣлъ, необходимую для разрыва бомбочки опредѣленныхъ размѣровъ. Допустимъ, что порохъ разрываетъ бомбочку, когда зарядъ достигаетъ 13 гр. и что такая же бомбочка была разорвана гремучей ртутью при зарядѣ 1,4 гр.; въ такомъ случаѣ, принявъ силу пороха=1, относительная сила гремучей ртути будетъ равна $\frac{13}{1,4}=9,28$. Такъ-какъ быстрота разложенія зависитъ отъ способа воспламененія взрывчатаго тѣла (см. ниже), а быстрота разложенія оказываетъ вліяніе на силу взрывчатаго вещества[1]), то при опредѣленіи относительной силы взрывчатыхъ тѣлъ практическимъ путемъ всегда указываютъ условія ихъ воспламененія.

Весьма удобный способъ для приблизительнаго опредѣленія относительной силы взрывчатыхъ тѣлъ теоретическимъ путемъ предложенъ *Бертело*. Способъ этотъ основанъ на опредѣленіи такъ-наз. *характеристическаго произведенія*, получаемаго черезъ умноженіе объема образующихся газовъ (при 0° или 100° и 760 мм.) на количество отдѣляющагося тепла при взрывѣ 1 кгр. взрывчатаго тѣла, при одинаковыхъ условіяхъ воспламененія въ одномъ и томъ-же объемѣ. Само собою понятно,

[1]) Чѣмъ быстрѣе происходитъ реакція, тѣмъ меньшее количество тепла теряется черезъ охлажденіе, и при мгновенномъ взрывѣ почти все отдѣляющееся тепло идетъ на нагрѣваніе газовъ.

что характеристическое произведеніе не измѣряетъ получающагося при взрывѣ давленія, но оно ему приблизительно пропорціонально. А потому, раздѣляя характеристическія произведенія взрывчатыхъ тѣлъ на характеристическое произведеніе взрывчатаго тѣла, принятаго за единицу (обыкновеннаго пороха), мы получаемъ числа, выражающія относительныя силы взрывчатыхъ тѣлъ. Напр. 1 кгр. пороха выдѣляетъ 280 л. газа (при 0° и 760 мм.) и 720 к. тепла; характеристическое произведеніе его равно $280 \times 720 = 201600$; 1 кгр. пироксилина (сухаго) выдѣляетъ 860 л. газа и 1020 к. тепла, характеристическое произведеніе его равно $860 \times 1020 = 877200$. Откуда относительная сила пироксилина $= \frac{877200}{201600} = 4{,}4$.

Третій факторъ—*быстрота разложенія взрывчатыхъ тѣлъ*[1])—обусловливаетъ главнымъ образомъ ихъ дробящія свойства. Быстрота разложенія зависитъ, для различныхъ взрывчатыхъ тѣлъ, отъ ихъ природы, при чемъ одни изъ нихъ (гремучая ртуть, пироксилинъ) разлагаются очень быстро, другія (нитроглицеринъ) быстро, третьи (обыкновенный порохъ) медленно. Для одного и того же тѣла быстрота разложенія зависитъ отъ условій, при которыхъ происходитъ это разложеніе, а именно отъ температуры, давленія, способа воспламененія (сообщенія огня), физическаго состоянія и примѣсей.

Что касается температуры, то она, при прочихъ равныхъ условіяхъ, въ значительной мѣрѣ ускоряетъ быстроту разложенія взрывчатыхъ тѣлъ, и это вполнѣ понятно, такъ-какъ для своего разложенія взрывчатое тѣло должно быть нагрѣто до опредѣленной температуры, а потому при притокѣ теплоты извнѣ уменьшается трата теплоты горѣнія на нагрѣваніе несгорѣвшей еще части взрывчатаго тѣла, и самое нагрѣваніе до требуемой температуры ускоряется, а слѣдовательно и количество разлагающагося тѣла въ данную единицу времени увеличивается.

Давленіе также значительно ускоряетъ разложеніе взрывчатаго тѣла. Въ безвоздушномъ пространствѣ пироксилинъ, воспламененный накаленной проволокой, разлагается такъ медленно, что горѣніе его замѣтно только въ темнотѣ; подобнымъ же образомъ въ безвоздушномъ

[1]) При сгораніи взрывчатыхъ тѣлъ отличаютъ два рода скоростей, а именно, такъ называемую частичную скорость реакціи, происходящей въ тѣлѣ, всѣ части котораго подвержены одинаковымъ условіямъ температуры, давленія и т. д. (напр. для пороха скорость горѣнія одного пороховаго зерна), и скорость распространенія реакціи во всей партіи взрывчатаго тѣла, части котораго находятся въ различныхъ условіяхъ (напр. для пороха передача горѣнія отъ одного зерна къ другому). На практикѣ приходится имѣть дѣло обыкновенно съ тою и другою скоростями горѣнія вмѣстѣ, и обѣ онѣ обусловливаютъ скорость разложенія взрывчатаго тѣла.

пространствѣ разлагается и нитроглицеринъ; гремучая же ртуть въ безвоздушномъ пространствѣ отъ прикосновенія съ накаленной проволокой взрываетъ, но взрываетъ только часть, непосредственно прилегающая къ накаленной проволокѣ, сосѣднія же части только разбрасываются. При обыкновенномъ давленіи быстрота разложенія больше, а при усиленномъ давленіи (въ прочныхъ оболочкахъ) она достигаетъ своего крайняго предѣла. Это значительное ускореніе разложенія въ закрытыхъ оболочкахъ должно быть приписано тому, что теплота горѣнія почти всецѣло идетъ при данныхъ условіяхъ на нагрѣваніе несгорѣвшей еще части взрывчатаго тѣла.

Измѣненіе физическаго состоянія взрывчатаго тѣла оказываетъ также не малое вліяніе на скорость его разложенія. Такъ напр. обыкновенный порохъ въ зернахъ разлагается быстрѣе, чѣмъ призматическій порохъ, полученный прессованіемъ тѣхъ же зеренъ; пироксилинъ въ шашкахъ разлагается медленнѣе пироксилина въ зернахъ или порошкѣ; желатинизированный пироксилиновый порохъ и баллиститъ Нобеля разлагаются медленнѣе обыкновеннаго пороха при воспламененіи въ прочныхъ оболочкахъ и т. д. *Вьелль* и *Сарро* нашли нижеслѣдующія числа для временъ сгоранія различныхъ взрывчатыхъ тѣлъ въ бомбочкахъ, при указанныхъ плотностяхъ заряженія:

Названіе веществъ и состояніе ихъ.	Плотность заряженія.	Продолж. горѣнія въ сек.
Обыкновенный порохъ (въ мякоти)	0,70	0,00165
Обыкнов. порохъ зерна франц. руж. пороха F1. Размѣры зеренъ 0,6—1,2 мм, плотн. 1,740. . . .	0,70	0,00255
Обыкнов. порохъ цилиндр. шашка, плотн. 1,850. . . .	0,70	0,07850
Пироксилинъ въ порошкѣ.	0,10 0,15 0,20	0
Нитроклѣтчатка (пироксилинъ) порошекъ.	0,20	0,00022
Нитроклѣтчатка (пироксилинъ) зерна около 1 мм. .	0,20	0,00032
Нитроклѣтчатка (пироксилинъ) цилиндр. шашка . . .	0,20	0,00100
Пикратъ калія порошокъ.	0,30	0
Пикратъ калія цилиндр. шашка, сильно спрессованная.	0,30	0,00066
Динамитъ съ 25% кремнезема	0,20 0,25 0,30	0,00026
Пироксилиновый бездымный порохъ колод. типа . . *ружейный*, толщина пластинокъ 0,5 мм.	0,18	0,00190
Пироксилиновый бездымный порохъ колод. типа . . *пушечный* для *полевыхъ* пушекъ; толщина пластинокъ около 0,70 мм. . . .	0,20	0,00500
Пироксилиновый бездымный порохъ колод. типа . . *пушечный* для орудій *средн. калибра* (15 см.); толщ. пластинокъ около 0,90 мм.	0,20	0,0065
Нитроглицеринъ бездымный порохъ типа Нобеля . . *пушечный* для *полевыхъ* пушекъ; зерна въ 3 мм.	0,18	0,0055
Нитроглицеринъ бездымный порохъ типа Нобеля . . для *15 см. пушекъ*; зерна со стороной куба $7^1/_2$ мм.	0,18	0,0125

Не менѣе сильное вліяніе на скорость разложенія взрывчатыхъ тѣлъ имѣетъ способъ сообщенія имъ огня. При зажиганіи пороха, пироксилина и т. д. раскаленнымъ тѣломъ, они горятъ на воздухѣ болѣе или менѣе покойно, и только при воспламененіи относительно большаго количества взрывчатаго тѣла, вслѣдствіе возвышенія температуры несгорѣвшей его части, разложеніе оканчивается взрывомъ. Сообщая взрывчатымъ тѣламъ (поставленнымъ на открытомъ воздухѣ или, лучше, помѣщеннымъ въ слабыя оболочки) огонь взрывомъ гремучей ртути (непосредственно или при посредствѣ другаго взрывчатаго тѣла) разложеніе ихъ происходитъ съ большою быстротой, вызывающею взрывъ; даже обыкновенный порохъ, горящій вообще медленно, разлагается почти мгновенно подъ вліяніемъ нитроглицерина, взорваннаго опредѣленнымъ зарядомъ гремучей ртути. Подобное быстрое разложеніе взрывчатыхъ тѣлъ называется *детонаціею*, а тѣ взрывные составы или приспособленія, посредствомъ которыхъ можетъ быть произведена детонація взрывчатыхъ тѣлъ, *детонаторами*.

Смотря по большей или меньшей быстротѣ разложенія и большей или меньшей способности къ детонаціи, взрывчатыя тѣла раздѣляютъ на *дробящія* и *метательныя*. Первыя (пироксилинъ, динамитъ) употребляютъ для взрывныхъ работъ, вторыя (обыкновенный порохъ, бездымный порохъ) для стрѣльбы изъ орудій.

Въ заключеніе приводимъ таблицу, въ которой сопоставлены важнѣйшія данныя (въ округленныхъ числахъ), характеризующія механическое дѣйствіе взрывчатыхъ тѣлъ:

	Удѣльный вѣсъ.	Температ. воспламенения.	Объемъ газовъ (v) дающемыхъ 1 кгр. взрывчатаго тѣла при (0° и 760 мм. въ литрахъ [1]).	Теплопроизводительная способность при постоян давленіи въ К		Потенціалъ (максимальная работа) на кгр. взрывчатаго тѣла въ кгр.-метр.	Относительн. потенціальная энергія по теплотворн. способности; вода жидкая		Относительн. сила по характерист. произведенію.	Температура горѣнія при постоянн. объемѣ	
				при водѣ жидкой.	при водѣ газообраз.		равныхъ вѣсовъ	равныхъ объемовъ (при плот. заряжен.).		Малярдъ и Ле-Шателье (1883).	Бертело и Вьелль (1885).
Обыкн. воен. порохъ (75% KNO_3, 10% S, 14% C и 1% H_2O)	1,6	300°	280	720	720	360000	1,0	1,0 (1,0)	1,0	—	—
Сухой пироксилинъ . . .	—	180°	859	1071	1021	476000	1,5	1,6 (1,1)	4,4	2660	2680
Влажный пироксилинъ съ 11% H_2O.	—	—	910	864	754	—	1,2	1,5 (1,3)	3,4	—	1640
Нитроглицеринъ	1,6	—	713	1570	1458	755000	2,2	3,5 (1,6)	5,2	3000	5590
Гремуч. студень (91,5% нитроглицерина и 8,5 пироксилина)	1,6	240°	710	1728	1530	—	2,4	3,8 (1,6)	5,4	3220	—
Баллиститъ	1,64	185°	808	1310	1198	—	1,8	—	4,8	—	—
Кордитъ	1,56	175°	892	1272	1178	—	1,8	—	5,2	—	—
Пикриновая кислота . . .	1,76	—	710	около. 1000		—	1,4	2,2 (1,7)	ок. 3,5	2630	2910
Гремучая ртуть	4,4	150—200°	314	403	349	—	0,6	2,5 (4,4)	0,54	—	4810

[1]) Считая воду, ртуть и т. д. въ газообразномъ состояніи.

Запалы.

Запалами называются приборы и приспособленія, посредствомъ которыхъ сообщается огонь зарядамъ взрывчатыхъ тѣлъ. Смотря по способу, примѣняемому для возбужденія огня въ запалѣ, отличаютъ:

1) *Огневые запалы*, воспламеняемые прикосновеніемъ горячаго или раскаленнаго тѣла. Сюда относятся между прочимъ фитили (шнуры).

2) *Химическіе*, воспламеняемые спеціальной химической реакціею между твердымъ взрывчатымъ тѣломъ (напр. бертоллетовой солью) и жидкостью (сѣрной кислотой), отдѣленныхъ другъ отъ друга хрупкой перегородкой и приходящихъ въ соприкосновеніе при разбиваніи этой перегородки. Сюда относится напр. *Власовская трубка*. Она состоитъ изъ двухъ стеклянныхъ трубокъ, помѣщенныхъ одна въ другую, при чемъ внутренняя наполнена крѣпкой сѣрной кислотой, а внѣшняя смѣсью бертоллетовой соли и сахара. Очевидно, что если такая трубка будетъ ввинчена сверху въ зарядъ, то при разбиваніи ея произойдетъ взаимодѣйствіе между сѣрной кислотой и бертоллетовой солью, выдѣлится двуокись хлора, которая воспламенитъ сахаръ, а слѣд. и самый зарядъ.

3) *Ударные*, воспламеняемые ударомъ. Главную составную часть этихъ запаловъ образуетъ обыкновенно гремучая ртуть, а представителемъ ихъ можетъ служить ружейная капсюля (пистонъ).

4) *Электрическіе*, воспламеняемые дѣйствіемъ электричества. Взрывчатыми тѣлами служатъ или порохъ (для воспламененія пороховыхъ зарядовъ), или гремучая ртуть (для детонаціи пироксилина и динамита), а самое воспламененіе производятъ или при помощи электрической искры (*первичные запалы*), или накаливаніемъ проволоки (*запалы непервичные*).

Изъ перечисленныхъ видовъ запаловъ, имѣющихъ разнообразныя примѣненія въ военномъ дѣлѣ, самое важное значеніе для гражданской техники взрывныхъ работъ имѣютъ фитили (шнуры), примѣняемые для сообщенія огня, какъ пороху, такъ и пироксилину и динамиту. Между этими фитилями самое широкое примѣненіе имѣетъ фитиль (шнуръ) *Бикфорда* (Bickford), состоящій изъ внутренняго пороховаго стержня, окруженнаго двойной оболочкой изъ джутовой пряжи, пропитанной водонепроницаемымъ составомъ. Для приготовленія этого вида шнуровъ употребляютъ самый мелкій зернистый порохъ, свободный отъ пыли. Они горятъ медленно, а именно со скоростью 1 метра въ 90 секундъ. Для приготовленія шнуровъ, сгорающихъ съ большею скоростью (60—70 м. въ секунду), внутренній стержень дѣ-

лаютъ изъ свѣтильни, пропущенной черезъ кашицу изъ пороховой пыли. Фитили еще съ большей скоростью сгоранія (4000—5000 метровъ въ секунду) готовятъ или изъ пироксилина (Себеръ, 1878, во Франціи), или изъ гремучей ртути (P. Hess, въ Австріи). Детонаціонный *шнуръ Себера* представляетъ свинцовыя или латунныя трубки діаметр. около 4 мм., наполненныя прессованнымъ пироксилиномъ. Ихъ приготовляютъ, наполняя трубки съ діаметр. около 15 мм. тонкимъ порошкомъ пироксилина и затѣмъ подвергая правильному послѣдовательному вытяженію. Шнуръ этотъ воспламеняютъ капсюлью съ гремучей ртутью. *Шнуръ Гесса* готовятъ какъ и шнуры Бикфорда, при чемъ внутреннимъ стержнемъ служитъ хлопчатобумажная пряжа, пропущенная черезъ кашицу изъ гремучей ртути.

Шнуры служатъ непосредственно для воспламененія зарядовъ пороха; при воспламененіи зарядовъ пироксилина или динамита, взрывающихъ вѣрно только при посредствѣ капсюли съ гремучей ртутью, шнуры служатъ огненосителями: фитилемъ взрывается только присоединенная къ нему капсюля, а капсюля, помѣщенная въ самыхъ зарядахъ, взрываетъ затѣмъ пироксилинъ или динамитъ.

Зажигательныя спички.

Въ теченіе многихъ столѣтій сталь, кремень и трутъ удовлетворяли потребность европейцевъ добывать себѣ огонь, пока къ этому первобытному огниву не была присоединена бумажная нитка, пропитанная сѣрой, и простая сѣрная спичка, для болѣе удобнаго перенесенія огня съ одного мѣста въ другое.

Первыя серіозныя попытки замѣнить это первобытное огниво болѣе удобнымъ—относятся къ началу этого столѣтія, когда во Франціи *Шансель* (Chancel, 1805, ассистентъ *Тенара* въ Парижѣ), изобрѣлъ, такъ называемые briguets suroxygènes, фабрикація которыхъ получила довольно широкое развитіе въ Германіи и Австріи съ 1813 по 1832 г. Огниво Шанселя, дѣйствіе котораго основано на способности нѣкоторыхъ органическихъ тѣлъ воспламеняться при смѣшеніи ихъ съ бертоллетовой солью и крѣпкой сѣрной кислотой, состояла изъ двухъ частей: хорошо закупоренной стекляной баночки, содержащей азбестъ, смоченный крѣпкой сѣрной кислотой, и изъ спички, одинъ конецъ которой былъ пропитанъ сѣрой и снабженъ головкой, состоящей изъ смѣси бертоллетовой соли (4 ч.), мелко-истолченной сѣры (1 ч.), толченнаго сахара ($^1/_8$ ч.) и киновари (для окраски состава). Если спич-

ку концомъ, снабженнымъ головкой, погрузить въ баночку съ сѣрной кислотой и затѣмъ быстро вынуть, то спичка воспламеняется.

Описанное огниво давало возможность легко добывать огонь, но оно имѣло много неудобствъ: при воспламененіи спички распространялся непріятный запахъ, нерѣдко часть головки, вмѣстѣ съ приставшей къ ней сѣрной кислотой, отскакивала на далекое разстояніе и наконецъ, сѣрная кислота, жадно притягивающая воду, быстро теряла свое дѣйствіе.

Въ 1832 г. были изобрѣтены (Trevani и Römer въ Вѣнѣ) спички, головка которыхъ состояла изъ смѣси бертоллетовой соли (12 ч.), сѣрнистой сюрьмы (4 ч.) и клея (2 ч.), и которыя зажигались, протягивая головку спички между двумя листами бумаги, поверхность которой была покрыта толченымъ стекломъ. Спички эти трудно зажигались, и нерѣдко, вслѣдствіе сильнаго тренія, головка отскакивала. Но принципъ, на которомъ основано ихъ дѣйствіе, былъ превосходенъ: стоило только увеличить воспламеняемость головки, чтобы получить въ высшей степени удобное огниво. И дѣйствительно, не успѣли появиться въ продажѣ спички *Тревани* и *Рёмера*, какъ во многихъ государствахъ Европы (въ Австріи, Германіи, Англіи и Франціи) возникла, почти одновременно, фабрикація фосфорныхъ спичекъ [1]), достигшая, благодаря содѣйствію химіи и механики, значительнаго совершенства.

Но фосфорныя спички (т. е. спички, головки которыхъ содержатъ желтый фосфоръ), давая возможность съ поразительною легкостью и удобствомъ добывать огонь, имѣютъ свои крупные недостатки. Присутствіе въ нихъ ядовитаго и легко воспламеняемаго обыкновеннаго фосфора дѣлаетъ фабрикацію фосфорныхъ спичекъ вредной для здоровья рабочихъ, а употребленіе ихъ довольно опаснымъ, какъ въ пожарномъ отношеніи, такъ и въ виду возможности пользоваться ими для самоотравленія. Въ виду этого, было предложено (Böttger, 1848) замѣнить въ головкѣ спичекъ обыкновенный фосфоръ относительно трудно воспламеняемымъ и неядовитымъ аморфнымъ фосфоромъ (спички съ аморфнымъ фосфоромъ въ головкѣ), и когда спички подобнаго рода (зажигательный составъ которыхъ состоялъ изъ бертоллетовой соли и краснаго фосфора) оказались опасными, то было предложено (Bernhard Fürth

[1]) Попытки примѣнить желтый фосфоръ для приготовленія спичекъ были дѣлаемы уже раньше во Франціи (Derosne, 1816), но безуспѣшно. Огниво Дерона состояло изъ бутылочки, содержащей фосфоръ, и сѣрной спички. Для полученія огня сѣрную спичку погружали въ бутылочку, вслѣдствіе чего къ спичкѣ приставалъ кусочекъ фосфора и ее зажигали треніемъ о сукно. Очевидно огниво это было очень неудобно и не получило примѣненія. Изобрѣтеніе фосфорныхъ спичекъ современнаго вида нѣмцы приписываютъ Kammerer'у въ Лудвигсбургѣ (1833).

въ Goldenkron'ѣ въ Германіи, а позднѣе въ 1855 г. Lundström въ Jonköping'ѣ въ Швеціи) исключить изъ головки фосфоръ и наносить аморфный фосфоръ на терку, служащую для зажиганія спичекъ. Послѣднее остроумное предложеніе оказалось весьма удачнымъ и, начиная съ 60-хъ годовъ, такъ-наз. *шведскія или безопасныя спички* стали готовить въ значительныхъ размѣрахъ, и спички эти постепенно стали вытѣснять изъ употребленія, хотя и болѣе совершенныя въ техническомъ отношеніи, но болѣе опасныя спички съ обыкновеннымъ фосфоромъ.

Такъ-какъ, однако, шведскія спички, представляя большое удобство въ смыслѣ безопасности и безвредности, не воспламеняются при треніи о любую поверхность, что уменьшаетъ удобство ихъ употребленія, то попытки приготовлять спички съ аморфнымъ фосфоромъ въ головкѣ и спички безфосфорныя, на подобіе спичекъ *Тревани* и *Рёмера*, продолжаются, хотя до сихъ поръ—не увѣнчались успѣхомъ. Такимъ образомъ единственными видами спичекъ, приготовляемыхъ въ большихъ размѣрахъ, являются, въ настоящее время, спички съ обыкновеннымъ фосфоромъ и шведскія спички.

У насъ въ Россіи зажигательныя спички заграничнаго производства стали распространяться съ 1836 г. (въ Петербургѣ). Въ концѣ 30-хъ годовъ началось у насъ собственное производство спичекъ въ фабричныхъ размѣрахъ, принявшее болѣе значительное развитіе только съ 1859 г., когда разрѣшено было „во всѣхъ мѣстахъ какъ Имперіи, такъ и Царства Польскаго, производить выдѣлку фосфорныхъ спичекъ и продажу ихъ безъ особенныхъ ограниченій на основаніи общихъ постановленій объ учрежденіи фабрикъ и торговли фабричными продуктами". Съ 1860 г. стали приготовлять у насъ спички съ аморфнымъ фосфоромъ (шведскія), съ 1866 г. въ значительныхъ размѣрахъ.

Спички съ обыкновеннымъ фосфоромъ. Спички эти состоятъ изъ деревянной палочки (соломки) и головки и легко воспламеняются при треніи о шероховатую, а также гладкую поверхность. Для приготовленія соломки употребляютъ, такъ-называемыя, мягкія породы дерева, которыя, благодаря своей порозности, легко горятъ и легко могутъ быть пропитываемы сѣрой или парафиномъ. Всего болѣе пригодна осина, хотя для приготовленія спичекъ съ обыкновеннымъ фосфоромъ употребляютъ обыкновенно молодыя (5 лѣтн.) пихты, ели, сосны, а рѣже тополь, липу, иву и др. На изготовленіе соломки идетъ стволъ и рѣдко толстыя вѣтки деревьевъ. Дерево рубятъ зимой, распиливаютъ и раскалываютъ на куски соотвѣтственной величины, снимаютъ съ него кору, складываютъ и просушиваютъ на воздухѣ. Быстрая сушка дерева на солнцѣ или въ сушильняхъ дѣлаетъ дерево менѣе порознымъ и болѣе хрупкимъ.

Превращеніе дерева въ соломку производили (а у насъ во многихъ мѣстахъ и до сихъ поръ производятъ) отъ руки. Въ этомъ случаѣ дерево превращаютъ въ болѣе или менѣе длинныя призмы, ширина сторонъ которыхъ равна длинѣ спички (около 5 см.), и затѣмъ, полученныя призмы раскалываютъ обыкновеннымъ или гильотиннымъ ножемъ на пластинки, а эти послѣднія на палочки соотвѣтственной толщины. Полученныя этимъ путемъ призматическія палочки (соломка) связываютъ (числомъ около 1000 за-разъ) въ пучки и отправляютъ для дальнѣйшей переработки.

Описанный способъ работы даетъ соломку недостаточно однородную и красивую и кромѣ того мало производителенъ. Одинъ рабочій въ день можетъ произвести не болѣе 250000 штукъ соломки, для связыванія которой въ пучки требуется одна работница.

Для полученія болѣе красивой и однородной соломки и въ особенности для ускоренія и облегченія работы придумано большое число разнообразныхъ механическихъ приспособленій и прежде всего, такъ называемый, *ручной стругъ*, изобрѣтенный *Вейльгёферомъ* (Weilhöfer въ Вѣнѣ, 1822), примѣненный въ дѣло *Рёмеромъ* (Römer) и усовершенствованный *Антономъ* (Anton, 1838). Стругъ этотъ представляетъ собою обыкновенный стругъ (рубанокъ), желѣзко котораго вмѣсто лезвія снабжено, подъ самой подошвой струга, нѣсколькими (6 — 8, 3 — 4, смотря по твердости дерева) воронкообразными, круглыми или эллиптическими трубками, передніе края которыхъ заострены. Дерево, которое желаютъ переработать на соломку, превращаютъ въ колодки, длиной около 1 м., укрѣпляютъ на стругальномъ станкѣ и стружутъ ихъ стругомъ, при чемъ острые края трубокъ вонзаются въ дерево и при движеніи струга вырѣзываютъ длинную соломку (около 1 метра). Послѣ снятія соломки сглаживаютъ поверхность дерева обыкновеннымъ стругомъ и вовобновляютъ работу. Полученную длинную соломку просушиваютъ и рѣжутъ на куски соотвѣтственной длины при помощи аппарата, сходнаго по своему устройству съ соломорѣзкой, и затѣмъ связываютъ въ пучки.

При помощи ручнаго струга искусный рабочій можетъ произвести около одного милл. спичечныхъ палочекъ. Работа эта, однако, требуетъ много силъ и большаго навыка со стороны рабочаго, и при ней теряется непроизводительно много (до 45—47%) дерева по двумъ причинамъ: при вырѣзываніи изъ дерева длинныхъ колодокъ, лишенныхъ суковатости, получается много отброса, а, во вторыхъ, при сглаживаніи поверхности колодки послѣ каждаго снятія соломокъ теряется много дерева въ видѣ стружекъ. Для уменьшенія ручной работы и ускоренія производства соломки предложены и нынѣ употребляются

аппараты, приводимые въ дѣйствіе механической силой, а для уменьшенія потери въ деревѣ приготовляютъ колодки, длина которыхъ равна длинѣ одной или только нѣсколькихъ (6) спичекъ, и готовятъ соломку не съ круглымъ, а съ плоско-эллиптическимъ или, всего лучше, квадратнымъ поперечнымъ разрѣзомъ.

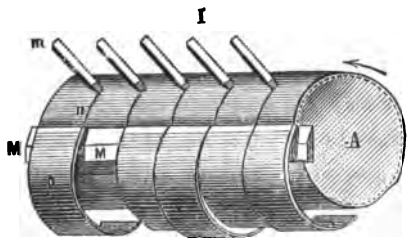
Число предложенныхъ механическихъ аппаратовъ для производства соломки очень велико, и они могутъ быть подраздѣлены на пять группъ. Къ первой группѣ могутъ быть отнесены машины, представляющія точное подражаніе вышеописаннаго ручнаго струга и отличающіяся отъ него только тѣмъ, что стругъ приводится въ движеніе (взадъ и впередъ) не ручною работой, а механической силой, и что стругъ имѣетъ два желѣзка, изъ которыхъ одно съ значительнымъ числомъ (до 25) рѣжущихъ трубокъ, другое обыкновенной формы для сглаживанія поверхности колодки, послѣ снятія первымъ желѣзкомъ опредѣленнаго числа соломокъ цилиндрической формы.

Машины второй группы работаютъ также стругомъ, снабженнымъ двумя желѣзками, но одно изъ этихъ желѣзокъ имѣетъ не рѣжущія трубки, а состоитъ изъ цѣлаго ряда вертикально поставленныхъ ножей, дѣлающихъ, при движеніи струга, на поверхности колодки надрѣзы, отстоящіе другъ отъ друга на разстояніи равномъ ширинѣ и имѣющіе глубину равную толщинѣ спичекъ; другое же желѣзко, срѣзываетъ снизу соломку, подготовленную первымъ желѣзкомъ. Машины этой группы, принципъ устройства которыхъ данъ *Пеллетье* (Pelletier, 1829), получили въ различныхъ видоизмѣненіяхъ довольно широкое примѣненіе и могутъ служить для полученія соломокъ не только призматической формы, но и эллиптической и цилиндрической, при соотвѣтственномъ измѣненіи формы желѣзокъ.

Въ аппаратахъ третьей группы, надрѣзы въ вертикальной плоскости и подрѣзываніе въ горизонтальной производятъ не стругомъ, а особенными ножами, подъ которые подвигается колодка. Принципъ этихъ приборовъ данъ *Кошо* (Cochot, 1838).

Въ аппаратахъ четвертой группы, которые можно разсматривать, какъ видоизмѣненіе аппаратовъ 3-ей группы, полученіе соломки производится, если можно такъ выразиться, лущеніемъ. Дерево свѣжесрубленное распиливаютъ на кругляки (длиной въ 6 разъ больше длины спичекъ), которые очищаютъ отъ коры и укрѣпляютъ въ горизонтальномъ положеніи на токарномъ станкѣ, чтобы кругляки могли быть приводимы во вращеніе около своихъ осей. При вращеніи колодки, пять ножей, острія которыхъ поставлены перпендикулярно къ поверхности кругляка, дѣлаютъ въ немъ пять надрѣзовъ вглубь, на разстояніяхъ равныхъ длинѣ спичекъ, а широкій ножъ,

поставленный по направленію тангенса, снимаетъ съ колоды шесть лентъ, толщина которыхъ равна толщинѣ спичекъ (фиг. 261). Снятыя ленты (числомъ 60) складываютъ одна на другую въ пучки и рѣжутъ на соотвѣтственные кусочки (соломку) при помощи гильотиннаго ножа. Способъ этотъ примѣняется почти исключительно для полученія соломки съ квадратнымъ сѣченіемъ для шведскихъ спичекъ и былъ въ первый разъ описанъ *Экснеромъ* (Exner, 1876).



Фиг. 261.

Къ пятой группѣ аппаратовъ относятся тѣ, въ которыхъ превращеніе колоды въ соломку производятъ прижиманіемъ колоды къ желѣзной доскѣ, снабженной цѣлымъ рядомъ отверстій съ заостренными краями и вытягиваютъ соломку черезъ отверстія, коль скоро она появится на противоположной сторонѣ доски. Аппараты этого рода, принципъ устройства которыхъ данъ *Патриджемъ* (Patridge, 1844), не получили повидимому практическаго примѣненія.

Производительность механическихъ аппаратовъ для полученія спичечной соломки довольно велика и равна производству отъ $2^1/_2$ до 6—7 милл. спичекъ въ 10 часовъ.

При полученіи спичекъ цилиндрической формы ручнымъ и ему подобнымъ механическимъ стругомъ, происходитъ значительное сжатіе дерева и получается соломка мало-порозная, трудно пропитываемая стеариномъ или парафиномъ и трудно воспламеняемая. Въ виду этого, для полученія такъ-наз. шведскихъ спичекъ, для которыхъ легкая воспламеняемость дерева имѣетъ существенное значеніе, употребляютъ соломку призматической формы, приготовляя ее при помощи аппаратовъ, въ которыхъ получаемая соломка подвергается возможно меньшему сжатію.

Полученную, тѣмъ или другимъ способомъ, спичечную соломку освобождаютъ отъ пыли, осколковъ, расщепленныхъ палочекъ и палочекъ ненадлежащей длины, а также укладываютъ и связываютъ въ пучки ручной работой или, на большихъ заводахъ, механическими приспособленіями. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, для очищенія соломки отъ осколковъ и брака, ее или пропускаютъ по наклонному рѣшету, приводимому въ сотрясательное движеніе и снабженному петлями, просвѣтъ которыхъ меньше нормальной длины соломки (въ виду этого соломка нормальной длины скатывается по поверхности рѣшета внизъ, а соломка ненадлежащей длины, пыль и т. д. проваливаются черезъ петли),

или (лучше) подвергаютъ дѣйствію вѣялокъ, имѣющихъ въ общемъ то же устройство, какъ и вѣялки, употребляемыя для очищенія зерноваго хлѣба.

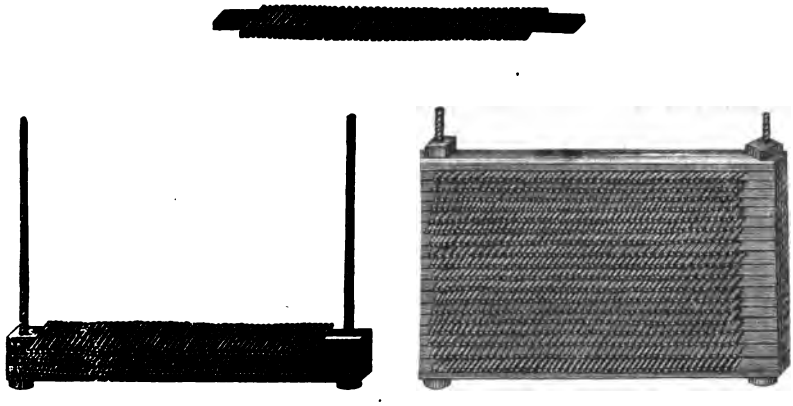
Очищенную и отсортированную соломку приводятъ въ параллельное положеніе и складываютъ въ кучки, помѣщая на ящикъ, раздѣленный на большое число отдѣленій, длина которыхъ на нѣсколько миллиметровъ больше длины соломки, а ширина меньше этой длины. При приведеніи ящика или, вѣрнѣе, рамы, на которой онъ установленъ, въ сотрясательное движеніе, соломка попадаетъ въ отдѣленія ящика и укладывается въ нихъ правильно. Когда всѣ отдѣленія ящика наполнены соломкой, замѣняютъ ящикъ такимъ же новымъ, а ящикъ, наполненный соломкой, покрываютъ доской и переворачиваютъ вверхъ дномъ, при чемъ соломка изъ отдѣленій ящика выпадаетъ и укладывается правильными кучками на доскѣ. Уложенную такимъ образомъ соломку или связываютъ въ пучки, если она сохраняется болѣе или менѣе продолжительное время или изготовляется внѣ спичечнаго завода[1]), или же употребляютъ непосредственно въ дѣло, т. е. на концы ея наводятъ зажигательный составъ.

Такъ-какъ зажигательный составъ сгораетъ такъ быстро, что не успѣваетъ нагрѣть дерево до температуры его воспламененія, то, передъ наведеніемъ зажигательнаго состава, соотвѣтственные концы соломки пропитываютъ тѣлами, горящими медленнѣе зажигательнаго состава и служащими посредниками для передачи огня отъ зажигательнаго состава къ дереву. Такими тѣлами служитъ сѣра (для простыхъ спичекъ), стеаринъ или парафинъ, или смѣсь этихъ послѣднихъ (для спичекъ лучшихъ сортовъ).

Пропитываніе концовъ соломки названными тѣлами, а также нанесеніе зажигательнаго состава (*маканіе*) производили первоначально отъ руки безъ всякихъ приспособленій. Такъ-какъ подобный способъ работы требовалъ много времени, большаго искусства со стороны рабочаго и не давалъ всетаки спичекъ съ достаточно правильными, равномѣрными и красивыми головками, то для устраненія этихъ неудобствъ укладываютъ (*накатываютъ*) соломку въ *наборныя* (накатныя, макальныя) *рамки*. Простѣйшая рамка подобнаго рода представлена на фиг. 162. Соломку укладываютъ на узкія доски (0,5 мм. длины, 20 мм. ширины, 5 мм. толщ.) съ 60 желобками, помѣщая по одной соломкѣ въ каждый желобокъ; доски съ уложенными на нихъ соломинками надѣваютъ на винты приспособленія, показаннаго на

[1]) Производство спичечной соломки составляетъ во многихъ мѣстахъ самостоятельную отрасль промышленности, а спичечные заводы пріобрѣтаютъ соломку или вполнѣ готовую, или въ видѣ длинныхъ спицъ, которыя затѣмъ рѣжутъ на куски соотвѣтственной длины.

фиг. 262 и свинчиваютъ плотно, когда 20—25 досокъ наложены одна на другую. Слабыми ударами о ровную поверхность приводятъ концы соломокъ въ одну горизонтальную плоскость.

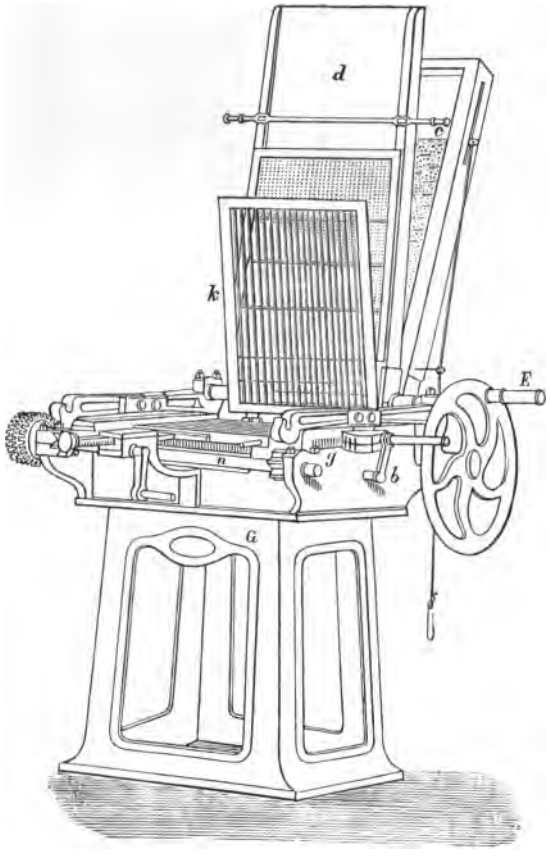


Фиг. 262.

Въ настоящее время накатку соломки производятъ, почти повсемѣстно, не ручною работою, но машинной, при помощи такъ-наз. *накатныхъ машинъ*, значительно ускоряющихъ и облегчающихъ работу.

Одна изъ подобныхъ накатныхъ машинъ (Sebold'a) представлена на фиг. 263. Наборная рама, употребляемая при этой машинѣ, состоитъ изъ нижняго бруса въ 3,2 см. толщины, на которомъ, при помощи винтовъ, плотно укрѣплены желѣзныя стойки; форма дощечекъ, между которыми укладывается соломка, не плоская, а вогнутая съ передней и выпуклая съ задней сторонъ, на подобіе бочарныхъ досокъ. Верхнюю часть рамы образуетъ брусокъ (толщина въ 3,2 см.), который удерживается въ надлежащемъ мѣстѣ затычками, пропускаемыми сквозь отверстія въ стойкахъ. Рамы подобнаго рода, смотря по величинѣ наборныхъ машинъ, вмѣщаютъ каждая отъ 2250 до 5600 штукъ соломокъ.—Устройство самой машины слѣдующее. На установкѣ G лежитъ рѣшетка n, совершенно одинаковая по формѣ и размѣрамъ съ подвижною на шарнирахъ рѣшеткою k. Просѣвательная коробка d и коробка c, въ которую укладываются спички рукой, движутся также на шарнирахъ вверхъ и внизъ. Въ коробкѣ d имѣются два параллельныя между собою металлическія сита, расположенныя такъ, чтобы при горизонтальномъ положеніи ящика соломки могли проваливаться сквозь оба сита безъ задержки, а для достиженія этой цѣли, отверстія ситъ должны находиться точь въ точь одно надъ другимъ. Чтобы имѣть возможность, когда нужно, воспрепятствовать свободному паденію соломки сквозь сита, между упомянутыми неподвижными ситами находится еще третье подвижное, кото-

рое можетъ быть установлено такимъ образомъ, чтобы его отверстія совпадали или съ отверстіями же, или съ промежутками двухъ остальныхъ ситъ. Теперь, если на рѣшетку *n* будетъ положена наборная рама, и шатунъ *b* начнетъ вращаться, то зубцы *g* входятъ въ промежутки между дощечками рамы и раздвигаютъ нѣсколько эти послѣднія. Затѣмъ на раму опускаютъ рѣшетку *k*, а на нее одновременно обѣ коробки *d* и *e*, которыя, вращеніемъ рукоятки *E* маховика, при-



Фиг. 263.

водятся въ сотрясательное движеніе. При этомъ въ каждое отверстіе верхняго сита всовываются соломки, но отъ дальнѣйшаго паденія задерживаются промежуточнымъ ситомъ. Послѣ 10 или 12 оборотовъ маховика, коробки, опять обѣ сразу, поднимаются въ вертикальное положеніе, достигнувъ котораго, разъединяются, такъ-что коробка *e* остается на верху, а коробка *d* снова опускается внизъ; затѣмъ среднее подвижное сито приводится въ совпаденіе съ остальными, соломки проваливаются насквозь и попадаютъ черезъ рѣшетку *k* въ

промежутки между дощечками рамы. Пройдя еще нѣсколько далѣе, соломки ударяются нижними концами о пластинку, находящуюся непосредственно подъ рѣшеткой *n*, и въ такомъ положеніи должны уже оставаться. Прикосновенія соломокъ другъ съ другомъ здѣсь быть не можетъ, такъ-какъ тому препятствуютъ, съ одной стороны, дощечки рамы, а съ другой, перпендикулярныя къ этимъ послѣднимъ рѣшетки *n* и *k*. Когда такимъ образомъ рама наполнена соломками, коробка *d* и рѣшетка *k* подымаются вверхъ, а рукоять *b* поворачивается въ обратную сторону, при чемъ зубцы *g* выходятъ изъ щелей между дощечками. Потомъ вращеніемъ той же рукоятки приводится въ движеніе зубчатая штанга, причемъ верхній брусокъ рамы плотно сжимаетъ дощечки. Закрѣпивъ верхній брусокъ въ неподвижномъ положеніи штифтами, раму, наполненную соломкой, снимаютъ и на мѣсто ея вкладываютъ другую пустую и т. д. Для управленія машиной нужны 1 рабочій и 1 мальчикъ; обязанность послѣдняго подавать и убирать рамы, чистить рѣшетки и пр. Опытный работникъ можетъ наполнить отъ 550 до 600 рамъ въ день.

Сѣру, стеаринъ, парафинъ или смѣсь двухъ послѣднихъ, служащіе для пропитыванія концовъ соломокъ, расплавляютъ, въ нагрѣваемой голымъ огнемъ плоской сковородѣ, въ такомъ количествѣ, чтобы толщина слоя расплавленныхъ тѣлъ равнялась приблизительно длинѣ выходящихъ изъ наборной рамы концовъ соломки (около 1 см.). Рядомъ со сковородой и ближе къ топкѣ помѣщается плита, нагрѣваемая тою же топкою, какъ и сковорода, и служащая для сильной (до побурѣнія дерева) просушки и поднагрѣванія концовъ соломки, съ цѣлью облегчить приставаніе пропитывающихъ тѣлъ и сберечь расходъ этихъ послѣднихъ. Работа пропитыванія состоитъ въ томъ, что наборныя рамы со спичками ставятъ на закраины сильно нагрѣтой плиты, при томъ такъ, чтобы концы соломокъ не прикасались (для избѣжанія обугливанія) къ плитѣ, а находились отъ нея на нѣкоторомъ разстояніи. Когда концы соломокъ надлежащимъ образомъ просушены и подогрѣты, ихъ погружаютъ на нѣсколько мгновеній въ сковороду съ пропитывающимъ тѣломъ, затѣмъ, встряхиваніемъ по направленію къ наклонно поставленному желѣзному листу, удаляютъ избытокъ приставшаго тѣла къ концамъ соломки, переворачиваютъ раму съ свободными концами соломки вверхъ, устанавливаютъ на желѣзныхъ этажеркахъ, снабженныхъ колесами, и отвозятъ въ помѣщеніе, въ которомъ происходитъ маканіе (нанесеніе зажигательнаго состава). При надлежащей работѣ на 1 милл. спичекъ требуется 7—8 кгр. сѣры и 2—3 кгр. парафина.

Для приготовленія *зажигательнаго состава* предложено весьма много рецептовъ, которые всѣ сходятся въ томъ, что фосфоръ въ состояніи возможнаго раздробленія смѣшиваютъ съ тѣлами легко-отдающими кислородъ (*окислители*), далѣе съ тѣлами увеличивающими густоту и жесткость состава (*заполнителями*, Füllstoffe) и тѣлами, обладающими большою вязкостью и клейкостью, для сообщенія составу той пластичности, которая необходима, чтобы при погруженіи концовъ соломки въ составъ, къ первымъ пристало количество состава, необходимое для образованія головки надлежащихъ размѣровъ и должной правильности (*сгустители*). Въ качествѣ *окислителей* предложены: сурикъ (обыкновенный и такъ-наз. окислительный сурикъ см. стр. 688), чистая перекись свинца, азотнокислыя соли свинца, барія, калія, натрія, затѣмъ хлорноватокаліевая соль, двухромовокаліевая соль, перекись марганца и др., изъ которыхъ всего чаще примѣняютъ, въ настоящее время, окислительный сурикъ, азотнокаліевую соль и, наконецъ, хлорноватокаліевую соль, такъ-какъ эти соединенія въ состояніи отдавать значительное количество кислорода (окислительный сурикъ 24%, азотнокаліевая соль 39,5%, хлорноватокаліевая соль 39,1%, по вѣсу соединенія), достаточно легко разлагаются и по количеству отдаваемаго кислорода обходятся дешевле другихъ. Въ качествѣ заполнителей употребляютъ мѣлъ, цинковыя бѣлила, пемзу, стекло, песокъ, коксъ, сѣрный колчеданъ, отчасти магнезію и свинцовыя бѣлила, а также такія тѣла, которыя вмѣстѣ съ тѣмъ имѣютъ цѣль сообщать составу опредѣленный цвѣтъ, каковы смальта, ультрамаринъ, желѣзная охра, колькотаръ, даже сажа. При выборѣ того или другого изъ перечисленныхъ тѣлъ для образованія зажигательнаго состава, если дѣло не касается сообщенія этому послѣднему опредѣленнаго цвѣта, руководствуются обыкновенно ихъ стоимостью, а также соображеніемъ, что присутствіе въ зажигательномъ составѣ соединеній съ основнымъ характеромъ (мѣлъ, окись цинка и т. д.) увеличиваетъ неизмѣняемость состава[1]). Если окислителемъ служитъ окислительный сурикъ, то обыкновенно нѣтъ необходимости прибавлять къ зажигательному составу заполнителей, такъ-какъ перекись свинца, содержащаяся въ окислительномъ сурикѣ, сообщаетъ составу достаточную густоту. Напротивъ того зажигательные составы, приготовленные при помощи азотнокаліевой соли и хлорноватокаліевой соли,

[1]) Подъ вліяніемъ воздуха и влаги фосфоръ, содержащійся въ головкѣ спички, окисляется, образуетъ фосфорноватистую и фосфористую кислоты, обладающія значительною гигроскопичностью, влекущую за собой отсырѣніе спичекъ; присутствіе въ зажигательномъ составѣ соединеній щелочнаго характера, нейтрализующихъ образующіяся кислоты, препятствуетъ отсырѣнію спичекъ.

требуютъ заполнителей, и какъ таковыми употребляютъ обыкновенно порошекъ стекла, окись цинка или мѣлъ. Молотый песокъ и молотая пемза не представляютъ преимуществъ передъ порошкомъ стекла и обыкновенно обходятся дороже этого послѣдняго. Окись цинка употребляютъ, впрочемъ, всегда, когда зажигательный составъ долженъ быть окрашенъ въ свѣтлые цвѣта смоляными пигментами (фуксинъ, эозинъ и т. д.). Вмѣсто окиси цинка употребляютъ иногда измельченный трепелъ или замѣняютъ имъ часть окиси цинка. *Сгустителями* служатъ, въ настоящее время, декстринъ и, всего чаще, животный клей, по возможности чистые и вполнѣ растворяющіеся въ водѣ. Аравійскую камедь, какъ слишкомъ дорогую, рѣдко примѣняютъ. При употребленіи камеди, зажигательная смѣсь достаточно жидка при обыкновенной температурѣ и не требуетъ подогрѣванія во время макания; при употребленіи-же въ качествѣ сгустителя животнаго клея, зажигательную смѣсь приходится подогрѣвать во время макания, что увеличиваетъ улетучиваніе фосфора въ воздухъ и вредъ для рабочихъ, при работѣ съ подобнымъ составомъ. Изобрѣтеніе аппаратовъ, допускающихъ производство макания автоматически въ закрытыхъ помѣщеніяхъ, устраняетъ недостатокъ составовъ, сгущенныхъ животнымъ клеемъ.

Кромѣ названныхъ тѣлъ къ зажигательному составу часто прибавляютъ венеціанскаго терпентина, уменьшающаго хрупкость состава и его гигроскопичность, а также устраняющаго его фосфорный запахъ.

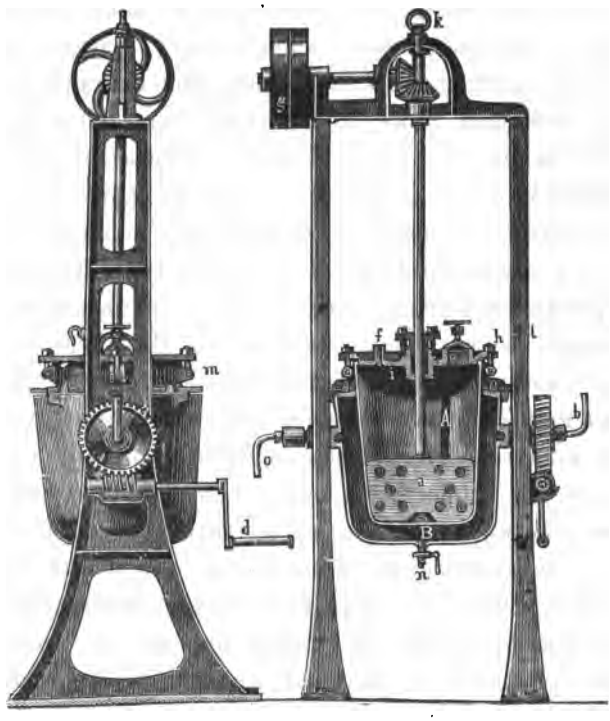
Вотъ для примѣра составъ нѣсколькихъ рекомендуемыхъ зажигательныхъ составовъ.

	Простой зажигательный составъ			Англійск. зажигательный составъ [1].	Марсельскій зажигательн. составъ.	Италіанскій зажигат. составъ		Обыкновенный коричн. зажигательный составъ. (по Іеттелю)			Вѣнскій зажигательный составъ.	
	красный.	розовый.	синій.			синій.	коричн.	I.	II.	III.	I.	II.
Фосфоръ . . . . . частей	25	25	25	18	5	18	17	25	25	26,6	3	2,75
Сурикъ . . . . . „	—	—	—	—	—	—	—	220 [2])	—	—	22 [3])	21 [3])
Окислительный сурикъ. . . . „	—	—	—	—	—	—	58	—	300	375	—	—
Каліевая салитра . . . . . „	—	—	—	—	—	35	—	—	—	—	2,5	—
Хлорноватокаліевая соль. . . „	—	—	—	100	15	—	—	—	—	—	—	1—1,5
Перекись марганца . . . . . „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Окись цинка . . . . . „	60	40	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Порошекъ стекла . . . . . „	—	20	20	60	10	—	—	—	—	—	1	—
Мѣлъ . . . . . „	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—
Свинцовыя бѣлила . . . . . „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1/33	1/33
Двусѣрнистое желѣзо . . . . „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Животный клей. . . . . „	60	60	60	60	—	—	—	—	—	—	6—6.5	—
Камедь . . . . . „	—	—	—	—	15	27	25	—	—	—	—	—
Декстринъ . . . . . „	—	—	—	—	—	—	—	60	75	75	—	5,5
Терпентинъ . . . . . „	5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	0,5	0,5
Ультрамаринъ . . . . . „	—	—	5—10	—	5	20	—	—	—	—	—	—
Сажа . . . . . „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,25
Фуксинъ . . . . . „	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Эозинъ . . . . . „	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Для окраски ультрамаринъ или анилиновая краска.
[2]) Усредненный 80 ч. крѣпкой азотной кислоты.
[3]) Усредненный 12 ч. азотной кислоты.

При приготовленіи зажигательнаго состава растворяютъ прежде всего сгуститель въ водѣ. Для этой цѣли обливаютъ клей (равнымъ вѣсомъ) или декстринъ ($^2/_3$ ч. по вѣсу) водой, даютъ имъ разбухнуть и затѣмъ нагрѣваніемъ превращаютъ въ растворъ. Такъ-какъ декстринъ даже при нагрѣваніи не даетъ вполнѣ прозрачнаго раствора, то предпочитаютъ растворять его на холодѣ и полученный растворъ отдѣлять отъ нерастворившейся части процѣживаніемъ сквозь сито или ткань. Приготовленный растворъ сгустителя нагрѣваютъ и прибавляютъ къ нему отвѣшенное количество фосфора, эмульсируютъ его въ растворѣ надлежащимъ перемѣшиваніемъ и къ образовавшейся эмульсіи прибавляютъ остальныя составныя части зажигательнаго состава, измельченныя и превращенныя смѣшеніемъ съ водою въ однородную кашицу. Послѣ надлежащаго перемѣшиванія составъ охлаждаютъ до температуры, лежащей ниже температуры плавленія фосфора (30 — 35°) и употребляютъ въ дѣло. Если въ зажигательный составъ входитъ хлорноватокаліевая соль, то ее превращаютъ въ мелкій порошокъ, смѣшиваютъ съ водой до образованія кашицы и вливаютъ въ смѣсь послѣ ея охлажденія до 30—35°. Внесеніе хлорноватокаліевой соли въ твердомъ видѣ или внесеніе ея даже въ смѣси съ водой въ горячій растворъ можетъ вызвать взрывъ. Нагрѣваніе сгустителя и приготовленіе зажигательнаго состава производили прежде въ открытыхъ котлахъ или горшкахъ и самое перемѣшиваніе ручнымъ путемъ при помощи лопатки. Такъ-какъ однако подобный способъ работы весьма вреденъ для здоровья рабочихъ (въ виду испаренія фосфора) и не безопасенъ, то въ настоящее время готовятъ составъ въ сосудахъ, снабженныхъ механическими мѣшалками. Подобный приборъ представленъ на фиг. 264. *A*—желѣзный внутри эмальированный сосудъ, снабженный кожухомъ для нагрѣванія паромъ (*B*), герметически закрывающійся крышкой, въ которой проходитъ ось мѣшалки и вдѣланы двѣ трубки — одна (*e*) для введенія въ котелъ составныхъ частей смѣси, другая (*f*) для отвода паровъ изъ сосуда въ дымовую трубу. Сосудъ *A* укрѣпленъ въ стойкѣ на осяхъ, дозволяющихъ послѣ окончанія операціи (когда составъ готовъ), снявъ крышку и приподнявъ мѣшалку, опрокинуть горшокъ (дѣйствіемъ рукоятки *d*) и вылить изъ него содержимое. — Нанесеніе зажигательнаго состава на осѣрненные или парафинированные концы соломки, или такъ называемое *маканіе* (образованіе головки спички) производятъ и по нынѣ всего чаще ручной работой слѣдующимъ образомъ: зажигательный составъ наносятъ равнымъ слоемъ опредѣленной толщины на мраморную, гранитную или аспидную доску или (если онъ жидокъ) вливаютъ въ желѣзную внутри эмальированную сковороду,

установленную (если составъ долженъ быть нагрѣваемъ) на очажную плиту, слабо нагрѣтую, или (лучше) на водяную баню. Въ слой зажигательнаго состава, такимъ образомъ приготовленнаго, погружаютъ свободные концы соломки, укрѣпленной въ наборной рамкѣ, вынимаютъ изъ состава и устанавливаютъ рамки въ горизонтальномъ положеніи свободными концами соломки внизъ въ сушильнѣ. При погруженіи соломки въ слой зажигательнаго состава, этотъ послѣдній покрываетъ концы соломки на извѣстную высоту (3—4 мм.) и послѣ высыханія плотно пристаетъ къ нимъ, образуя болѣе или менѣе пра-



Фиг. 264.

вильную головку. Однократное погруженіе концовъ соломки въ зажигательный составъ не даетъ головки вполнѣ правильной формы, для образованія болѣе красивой и правильной головки (для салонныхъ и т. п. спичекъ) погруженіе (маканіе) производятъ два раза: сначала макаютъ въ болѣе жидкій составъ, подсушиваютъ, макаютъ вторично въ составъ болѣе густой и затѣмъ окончательно высушиваютъ составъ, нанесенный на концы соломки двукратнымъ маканіемъ. Послѣ каждаго маканія составъ на доскахъ равняютъ линейкой и прибавляютъ, если нужно, новое количество его, поддерживая толщину слоя всегда одну и ту-же.

Описанный способъ макания, въ особенности при нагрѣваніи состава, представляетъ работу весьма вредную для здоровья рабочихъ; въ виду этого придуманы (Higgins, 1864) механическія приспособленія для макания, въ которыхъ эта операція можетъ быть производима въ замкнутомъ пространствѣ, снабженномъ тягой. Существенную часть этихъ аппаратовъ образуетъ вращающійся цилиндръ, на поверхность котораго автоматически наносятъ слой зажигательнаго состава опредѣленной толщины, и къ которому прижимаются концы соломки, укрѣпленной въ накатной рамѣ. Аппараты эти не получили пока широкаго примѣненія.

Послѣ нанесенія зажигательнаго состава тѣмъ или другимъ способомъ, наборныя рамы передъ помѣщеніемъ въ сушильню осматриваютъ и удаляютъ тѣ части зажигательнаго состава, которыя удержались между головками спичекъ, образуя родъ мостиковъ между ними, что иногда случается и влечетъ за собою воспламененіе спичекъ при вынимании ихъ изъ рамъ послѣ сушки.

Сушку состава, наведеннаго на концы соломки, производятъ въ особенныхъ сушильняхъ, устанавливая на стойкахъ рамки, концами соломки покрытыми составомъ внизъ. На большихъ заводахъ нерѣдко употребляютъ сушильныя камеры большихъ размѣровъ, отапливаемыя калориферами и снабженныя вентиляціею и рельсами, по которымъ вдвигаются и выдвигаются стойки, нагруженныя рамками. Тѣмъ не менѣе предпочтительнѣе (въ особенности въ интересахъ санитарныхъ) употреблять, вмѣсто одной большой камеры, систему изъ небольшихъ (вмѣщающихъ не болѣе нѣсколькихъ сотенъ рамъ) камеръ, изъ которыхъ каждая снабжена самостоятельною дверкой и вентиляціей и можетъ быть нагрѣваема (паромъ, теплой водой, теплымъ воздухомъ изъ центральной топки) и охлаждаема независимо одна отъ другой. При употребленіи сушиленъ подобнаго рода нагрузка и разгрузка можетъ быть производима при холодномъ состояніи камеръ, не останавливая сушки въ остальныхъ камерахъ, и, въ случаѣ воспламененія спичекъ въ одной изъ камеръ, пожаръ уничтожитъ за разъ относительно небольшое количество продукта. Отверстія, служащія для привода нагрѣтаго воздуха и отвода изъ камеръ воздуха, насыщеннаго водяными парами, снабжаютъ клапанами, допускающими не только регулированіе нагрѣванія и тяги, но и (закрывая клапаны) быстрое тушеніе пламени, въ случаѣ воспламененія спичекъ во время сушки. Сушку производятъ медленно и постепенно и при температурѣ не превышающей 32° [1]); для наблюденія за температурой, камеры снабжаютъ термометромъ и

[1]) При температурѣ между 52—85° всѣ виды фосфорныхъ спичекъ воспламеняются.

сигнальнымъ звонкомъ. При быстрой сушкѣ на поверхности головки образуется корка, которая замедляетъ удаленіе влаги изъ внутренней части состава, и получаются спички, которыя при зажиганіи брызгаютъ, разбрасывая горящій составъ по сторонамъ. Когда сушка окончена, а именно, когда головки спичекъ пріобрѣтутъ такую твердость, что при давленіи на нихъ ногтемъ не получается отпечатка, прекращаютъ нагрѣваніе, камеры тщательно провѣтриваютъ и вынимаютъ рамки со спичками.

Вынутыя изъ сушиленъ спички освобождаютъ изъ рамъ и укладываютъ въ коробки (обыкн. бумажныя или картонныя) или ручной работой, или механическими приспособленіями, которыя получили въ настоящее время дѣйствительное примѣненіе на большихъ заводахъ.

Коробки, въ которыя укладываютъ спички, обыкновенно снабжаютъ терками для большего удобства употребленія спичекъ. Терки эти приготовляютъ, покрывая (отъ руки или механич. путемъ) дно, крышку или боковую стѣнку коробки растворомъ клея и посыпая эту намазанную клеемъ поверхность пескомъ (для простыхъ спичекъ) или порошкомъ стекла безцвѣтнымъ или окрашеннымъ (для спичекъ высшихъ сортовъ).

При приготовленіи нѣкоторыхъ видовъ спичекъ (салонныхъ и т. д.) готовымъ головкамъ придаютъ болѣе красивый видъ, а именно ихъ *лакируютъ* (Polak, 1846), *металлизируютъ* (Krakowitzer, 1854) или *бриллiантируютъ*. Всѣ эти операціи производятъ послѣ сушки, но конечно передъ освобожденіемъ спичекъ изъ рамъ.

Лакированіе головокъ спичекъ, имѣющее цѣлью не только украсить внѣшній видъ спичекъ, но и предохранить ихъ отъ отсырѣнія, производятъ такимъ образомъ, что спички, набранныя въ рамки, погружаютъ головками внизъ въ спиртовый лакъ (окрашенный или неокрашенный), налитый слоемъ надлежащей толщины въ желѣзную эмальированную сковороду. Послѣ погруженія, удаляютъ встряхиваніемъ избытокъ лака и спички въ рамкахъ же подвергаютъ вторичной сушкѣ.

Металлизированіе головокъ спичекъ, нынѣ рѣдко употребляемое, состоитъ въ образованіи на поверхности головки тонкаго слоя сѣрнистаго свинца. Для приготовленія подобныхъ спичекъ употребляютъ обыкновенно зажигательный составъ, содержащій свинецъ. Когда спички готовы и высушены, погружаютъ головки ихъ въ растворъ камеди, затѣмъ переносятъ въ камеру, въ которой подвергаютъ дѣйствію сѣроводорода, получаемаго разложеніемъ сѣрнистаго желѣза сѣрной кислотой или въ самой камерѣ, или въ отдѣльномъ аппаратѣ. Послѣ образованія слоя сѣрнистаго свинца на поверхности головки, спички

подвергаютъ вторичной сушкѣ. Если зажигательный составъ, изъ котораго образована головка спички, не содержитъ свинца, въ такомъ случаѣ головки спичекъ погружаютъ въ растворъ свинцовой соли, затѣмъ подвергаютъ дѣйствію сѣроводорода и наконецъ сушатъ.

Для полученія спичекъ съ *бриллiантовыми головками*, головку готовыхъ спичекъ сначала металлизируютъ, а затѣмъ погружаютъ въ спиртовый лакъ, окрашенный смоляными пигментами, растворимыми въ спиртѣ, и сушатъ. Спички съ бриллiантовыми головками считаются самыми изящными.

Спички съ аморфнымъ фосфоромъ. Изъ этой группы спичекъ самое широкое примѣненіе, какъ сказано уже выше, получили такъ-наз. **шведскія спички**[1]), характеризующіяся тѣмъ, что головки ихъ не содержатъ фосфора и что онѣ зажигаются при треніи не о любую поверхность, а зажигаются (или вѣрнѣе *легко* зажигаются) только при треніи о спеціально приготовленную поверхность, содержащую аморфный фосфоръ. Этимъ обусловливаются нѣкоторыя особенности ихъ производства. Такъ-какъ головка шведскихъ спичекъ состоитъ изъ тѣлъ, выдѣляющихъ при горѣніи относительно мало тепла, то для изготовленія соломки для шведскихъ спичекъ употребляютъ дерево по возможности мягкое (всего лучше осину, затѣмъ серебр. тополь, иву, пирамидальный тополь[2]), которое распиливаютъ на колодки (длин. 40 см.), освобождаютъ отъ коры и (если не свѣжей рубки) вывариваютъ въ водѣ для удаленія сока и для разрыхленія древесины.

Дерево, превращенное въ колодки, послѣ вываривания въ водѣ, превращаютъ въ 4-хъ-угольную соломку при помощи аппаратовъ, работающихъ лущеніемъ. Полученную соломку очищаютъ описаннымъ путемъ и затѣмъ подвергаютъ сушкѣ въ спеціальныхъ сушильняхъ.

Если соломка должна быть *окрашена* или *пропитана* солями, препятствующими тлѣнію зажженной и затѣмъ потушенной спички, то эти операціи производятъ до сушки соломки. *Окрашиваніе* соломки производятъ, погружая ее въ водные растворы смоляныхъ пигментовъ, *пропитываніе*—погружая соломку на 10—15 минутъ въ кипящій водный растворъ, содержащій 2% фосфорноаммоніевой соли и 1—1½% фосфорной кислоты, или въ кипящій растворъ сѣрноаммоніевой соли,

---

[1]) Эти спички называются шведскими потому, что фабрикація ихъ развилась прежде всего въ Швеціи. Въ настоящее время ихъ производятъ во всѣхъ европейскихъ государствахъ. Замѣтимъ, что первоначально ихъ готовили въ видѣ длинныхъ палочекъ, одинъ конецъ которыхъ былъ снабженъ головкой изъ зажигательнаго состава, другой головкой изъ состава для терки, содержащей аморфный фосфоръ. При употребленіи, палочки ломали пополамъ и воспламеняли треніемъ одной головки о другую.

[2]) Jettel (1896) утверждаетъ, что только осина даетъ дѣйствительно доброкачественный продуктъ.

содержащій $2^1/_2$ кгр. соли на 100 кгр. воды. Для воспрепятствованія тлѣнія соломка должна содержать приблизительно 1% по вѣсу названныхъ солей, что составляетъ приблизительно расходъ $1^1/_4$ кгр. соли на 1 милл. спичекъ обыкновенной величины. Понятно, что окрашиваніе и пропитываніе соломки можетъ быть производимо одновременно, если употребляемые пигменты не измѣняются подъ вліяніемъ солей, служащихъ для пропитыванія.

Соломку (неокрашенную, окрашенную или пропитанную) послѣ сушки въ спеціальныхъ сушильняхъ очищаютъ, равняютъ, накатываютъ, парафинируютъ и макаютъ указаннымъ выше путемъ, Такъ-какъ, однако, количество зажигательнаго состава, которое должно быть нанесено на концы соломки, значительно больше при изготовленіи шведскихъ спичекъ, чѣмъ при изготовленіи спичекъ съ желтымъ фосфоромъ, то при маканіи механическимъ путемъ употребляютъ не аппараты, основанные на принципѣ Higgins'a (стр. 907), а аппаратъ, представляющій точное подражаніе ручнаго маканія (A. Roller). Аппаратъ этотъ представляетъ собою круглый вращающійся столъ, на который наносятъ слой зажигательнаго состава опредѣленной толщины равняемый линейкой и помѣщаютъ на него наборныя доски со спичками. При вращеніи стола наборныя рамки подводятся подъ коническій валъ, вдавливающій концы спичекъ въ зажигательную массу. Послѣ выхода наборныхъ рамъ изъ подъ вала, ихъ снимаютъ и отправляютъ въ сушильни. Сушку производятъ медленно при температурѣ 20—25°, и она понятно не требуетъ тѣхъ предосторожностей, какія необходимы при сушкѣ спичекъ съ желтымъ фосфоромъ, благодаря отсутствію въ зажигательномъ составѣ легко воспламеняемаго и ядовитаго фосфора.

При приготовленіи зажигательнаго состава для шведскихъ спичекъ употребляютъ въ качествѣ окислителей—хлорноватокаліевую соль, двухромовокаліевую соль, а также перекись марганца и перекись свинца; въ качествѣ тѣлъ, легко воспламеняющихъ—сѣру, двусѣрнистое желѣзо, сѣрнистую сурьму (Sb_2S_3), сажу; въ качествѣ пигментовъ—настоящую умбру, кёльнскую умбру[1]), муммію (caput mortuum); въ качествѣ тѣлъ увеличивающихъ шероховатость—порошки стекла и пемзы; въ качествѣ сгустителей—аравійскую камедь, трагантовую камедь, животный клей, а также декстринъ. Существенными составными частями зажигательнаго состава спичекъ этого рода являются хлорно ва-

[1]) Разнообразные виды землистаго бураго угля, превращенные измельченіемъ и отмучиваніемъ въ нѣжный порошокъ. Служитъ суррогатомъ настоящей умбры, отъ которой отличается большею легкостью и сгораемостью (при сжиганіи оставляетъ только небольшое количество золы). Кёльнская умбра извѣстна также подъ названіемъ кассельской коричневой краски (Casselbraun, Umbraun) и др.

токаліевая соль съ одной и сѣра и сѣрнистые металлы съ другой стороны; всѣ же другія названныя тѣла (если оставить безъ вниманія ихъ значеніе какъ пигментовъ и тѣлъ, увеличивающихъ шероховатость состава) служатъ только для уменьшенія взрывчатыхъ свойствъ, присущихъ смѣсямъ изъ хлорноватокаліевой соли и сѣры или сѣрнистыхъ металловъ, и притомъ тѣмъ въ большей степени, чѣмъ больше въ нихъ содержится хлорноватой соли.

Вотъ для примѣра нѣсколько рецептовъ для приготовленія зажигательнаго состава для шведскихъ спичекъ:

	Коричневый зажигательный составъ.						Свѣтлозеленый зажигательн. составъ.	Красный зажигательный составъ.	Желтый зажигательный составъ [1].
	1	2	3	4 (по Jettel'y).	5 (по Rossel'y).	6 (по Rossel'y).			
Хлорноватокаліевая соль	45	48	80	50	10	53,8	43	30,0	80
Двухромовокаліевая соль	4	8	10	5	1,25	5,0	—	—	10
Двухромовобаріевая соль	—	—	—	—	—	—	—	21,6	—
Перекись марганца	2	8	—	2,5	—	6	—	—	—
Сурикъ	—	—	—	2,0	—	—	—	—	—
Сѣра (сѣрный цвѣтъ)	1	2	2,5	2,5	0,3	3,0	1,5	5	10
Сѣрнистая сурьма (Sb_2S_3)	—	—	2,5	—	0,3	—	—	2,3	—
Пятисѣрнистая сурьма (Sb_2S_5)	—	—	—	—	—	—	4,8	—	—
Сѣрноватистосвинцовая соль	—	—	—	—	—	—	—	10	—
Сажа	—	—	—	—	—	—	0,2	—	—
Умбра настоящая	2,5	8	—	2,5	1	—	—	—	—
„ кельнская	—	—	12,0	—	—	—	—	—	—
Caput mortuum	2,5	8	8	11,25	—	6	1,5	—	—
Окись желѣза	—	—	—	—	—	—	—	0,8—0,9	—
Фуксинъ	—	—	—	—	—	—	—	3,7	—
Мѣлъ	—	—	—	—	—	—	—	—	25
Углецинковая соль	—	—	15	5	1	12	15	—	15
Стекло	5	—	—	—	—	10	—	5	—
Пемза	—	8	10	—	—	—	—	4,3	—
Аравійская камедь	10	4	—	3,75	—	—	6	1,9	12
Животный клей	2,5	—	—	8,75	1,5	—	—	—	—
Сенегальская камедь	—	—	2	—	0,2	3	1,25	—	3
Трагантовая камедь	—	—	—	—	0,5	1,2	—	—	—
Камфоль	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Прибавляя къ желтому зажигательному составу соотвѣтственныхъ смоляныхъ пигментовъ можно окрасить его въ различные цвѣта, при чемъ однако цѣлесообразно исключить изъ состава двухромовую соль и замѣнить ее 5-ю частями хлорноватокаліевой.

Для полученія зажигательнаго состава надлежащихъ качествъ весьма важно, чтобы отдѣльныя составныя части его были надлежащимъ образомъ смѣшаны. Въ виду этого тѣла, предназначенныя для образованія состава, истираютъ въ тонкій порошокъ, для чего всего удобнѣе употреблять ядровыя мельницы (стр. 738) и производить измельченіе каждаго тѣла отдѣльно; во всякомъ случаѣ измельченіе хлорноватокаліевой соли должно быть произведено на отдѣльной мельницѣ, такъ-какъ измельченіе ея вмѣстѣ съ другими составными частями смѣси можетъ легко вызвать взрывы. Сгуститель растворяютъ въ водѣ (арав. камедь въ $1^1/_2$ ч., животн. клей въ $2^1/_2$ ч., трагантовую камедь въ 10—12 ч.), если нужно процѣживаютъ растворъ и примѣшиваютъ къ нему требуемое количество измельченной хлорноватокаліевой соли. Остальныя составныя части смѣси смѣшиваютъ въ сухомъ состояніи въ котлѣ, увлажняютъ водой, перемѣшиваютъ до исчезновенія комковъ и обливаютъ затѣмъ приготовленной заранѣе смѣсью растворителя съ хлорноватокаліевой солью при постоянномъ перемѣшиваніи до образованія вполнѣ однороднаго и достаточно густаго тѣста.

Послѣ маканія и сушки, готовыя спички освобождаютъ изъ рамъ и укладываютъ въ коробки или ручнымъ путемъ, или (на большихъ заводахъ чаще) при помощи машинъ (аппарата A. Roller'a, въ Берлинѣ), употребленіе которыхъ при производствѣ шведскихъ спичекъ тѣмъ удобнѣе, что головки ихъ мало чувствительны къ тренію и не образуютъ ядовитой и легко воспламеняющейся пыли.

Какъ сказано выше, шведскія спички воспламеняются легко только при треніи о спеціально приготовленную поверхность (терку). Причина тому та, что составъ головокъ этихъ спичекъ требуетъ для своего воспламененія довольно высокой температуры, которую нелегко воспроизвести треніемъ спички объ обыкновенную твердую поверхность. Для воспроизведенія требуемой возвышенной температуры приходится зажигательный составъ привести въ соприкосновеніе съ тѣломъ, которое уже при слабомъ нагрѣваніи вступаетъ во взаимодѣйствіе съ хлорноватокаліевой солью, воспламеняясь при этомъ и сообщая огонь всему зажигательному составу. Самымъ удобнымъ такимъ тѣломъ оказался аморфный фосфоръ, который, въ смѣси съ другими тѣлами (сѣрнистые металлы, пигменты, сгустители), исключительно и употребляютъ для изготовленія терокъ, служащихъ для воспламененія шведскихъ спичекъ.

Вотъ для примѣра нѣсколько рецептовъ для смѣсей, служащихъ для приготовленія такихъ терокъ:

	Составы				Составъ по Jettel'y.	Способъ по Rossel'y.
	1	2	3	4		
Фосфоръ аморфный	100	100	100	100	150	3
Сѣрнистая сурьма (Sb_2S_3)	25	100	8	60	150	5
Перекись марганца	—	—	—	—	—	1,5
Сажа	50	—	—	—	—	—
Кельнская умбра	—	—	—	10	—	—
Углекальціевая соль	—	—	6	8	—	—
Декстринъ	30	—	—	50	25—35	—
Животный клей	—	50	30	—	—	4
Трагантъ	—	—	3	—	—	—
Стекло	—	—	40	—	—	—

Изъ приведеныхъ чиселъ ясно, что главное различіе въ предложенныхъ смѣсяхъ для образованія терокъ состоитъ въ отношеніи между фосфоромъ и сѣрнистой сурьмой; это отношеніе опредѣляетъ цвѣтъ терокъ (чѣмъ болѣе сѣрнистой сурьмы, тѣмъ цвѣтъ терки темнѣе), ея стоимость (чѣмъ болѣе сѣрнистой сурьмы, тѣмъ стоимость меньше) и легкость воспламененія спички (чѣмъ больше фосфора, тѣмъ воспламененіе легче). На основаніи существующихъ данныхъ можно принять, что самое выгодное отношеніе между аморфнымъ фосфоромъ и сѣрнистой сурьмой то, когда на 100 ч. фосфора приходится 50—60 ч. сѣрнистой сурьмы. При большемъ содержаніи фосфора терка, при воспламененіи о нее спички, можетъ сама воспламениться, при меньшемъ же содержаніи фосфора воспламененіе спички становится труднымъ.

При приготовленіи состава для терокъ отдѣльныя составныя части истираютъ въ мелкій порошокъ, очень тщательно смѣшиваютъ съ воднымъ растворомъ сгустителя и затѣмъ наносятъ кистью на боковыя стѣнки коробки (всегда изготовленныя изъ дерева) или ручною работой, или механически. На снабженіе терками 1000 коробокъ спичекъ требуется отъ 80 до 85 кгр. сухой смѣси.

Какъ видоизмѣненіе шведскихъ спичекъ можно разсматривать **спички безъ головокъ** (P. Oltosy, 1890). Эти спички получаютъ, погружая оба конца соломки въ растворъ изъ 20 ч. хлорноватонатріевой соли, 4 ч. сѣрноаммоніевой соли и 2 ч. камеди (или сахара) въ 30 ч. воды, при чемъ достаточно погружать на короткое время соломку, связанную въ пучки, въ названный растворъ и затѣмъ высушить спички. Спички подобнаго рода воспламеняются при треніи о терки, состоящія изъ аморфнаго фосфора и сѣрнистой сурьмы; воспламененіе идетъ удовлетворительно, хотя нѣсколько труднѣе, чѣмъ воспла-

мененіе шведскихъ спичекъ. Спички эти не получили пока широкаго примѣненія, но заслуживаютъ вниманія, благодаря необыкновенной простотѣ ихъ производства.

Спички съ аморфнымъ фосфоромъ въ головкѣ. Спички этого рода готовятъ тѣмъ же путемъ, какъ и спички съ желтымъ фосфоромъ, но головки ихъ снабжаютъ зажигательнымъ составомъ, въ которомъ воспламеняющимся тѣломъ служитъ аморфный фосфоръ въ смѣси съ сѣрнистой сурьмой, а окислителями—хлорноватокаліевая соль, двухромовокаліевая соль, а иногда и перекись марганца. Спички съ аморфнымъ фосфоромъ въ головкѣ обходятся дороже шведскихъ и зажигаются менѣе вѣрно и менѣе легко, чѣмъ послѣднія, а потому до сихъ поръ не получили примѣненія.

Безфосфорныя спички. Спички этой категоріи снабжаютъ головками изъ состава, въ которомъ воспламеняющимися тѣлами служатъ сѣрноватистосвинцовая соль, роданистый свинецъ, или другіе роданистые металлы въ смѣси съ сѣрнистой сурьмой и отчасти съ сѣрой, а окислителями — хлорноватокаліевая соль, двухромовокаліевая соль, а также перекись марганца и сурикъ. Концы соломки, на которые наносятъ зажигательный составъ, пропитываютъ сѣрой, такъ-какъ пропитываніе стеариномъ и парафиномъ недостаточно обезпечиваетъ передачу огня отъ воспламеняющагося состава къ дереву. Спички безфосфорныя зажигаются менѣе вѣрно и легко, чѣмъ спички шведскія и въ особенности спички съ желтымъ фосфоромъ, а потому не получили примѣненія, какъ уже сказано выше.

Кромѣ дерева для изготовленія соломки спичекъ употребляютъ хлопчатобумажныя свѣтильни (плетеныя или крученыя), пропитанныя смѣсью равныхъ частей пчелинаго воска и стеарина. Эти, такъ-называемыя, **восковыя спички** снабжаютъ головкой изъ состава, содержащаго желтый фосфоръ, и готовятъ тѣмъ же путемъ, какъ и спички съ деревянной соломкой съ желтымъ фосфоромъ. Назначеніе ихъ—служить одновременно спичкой и свѣчой для кратковременнаго освѣщенія при входѣ въ темную комнату, при всхожденіи по темной лѣстницѣ и т. д.

СТЕКЛЯНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

По показанію Плинія честь изобрѣтенія стекла принадлежитъ финикіянамъ; достовѣрно однако извѣстно, что значительно раньше Египтяне умѣли приготовлять безцвѣтныя и окрашенныя стекла. Изъ Египта и Азіи искусство получать и выдувать стекло перешло къ Римлянамъ около 200 л. до Р. Х. Съ упадкомъ Западной Римской Имперіи центръ стеклодѣлія перешелъ въ Византію при Константинѣ I (306—337) и съ началомъ упадка Византіи (въ началѣ XIII в.) въ Венецію, а затѣмъ на близъ лежащій островъ Мурано (1289), гдѣ стеклодѣліе процвѣтало до XVII вѣка: венеціанская посуда всякаго рода, бисеръ, стекляная мозаика и въ особенности зеркала (XIII в.) пользовались большою извѣстностью.

Во Франціи стеклодѣліе возникло въ первомъ вѣкѣ по Р. Х., въ Австріи (Богеміи) и Германіи въ десятомъ, въ Англіи въ пятнадцатомъ, а въ Россіи въ семнадцатомъ столѣтіи при царѣ Михаилѣ Ѳеодоровичѣ. Еще до временъ Реформаціи въ Германіи была изобрѣтена живопись на стеклѣ; въ Англіи въ 1635 г. стали приготовлять свинцовое стекло, извѣстное повидимому уже древнимъ; во Франціи въ 1700 г. стали готовить зеркала литьемъ. Тѣмъ не менѣе долгое время стекло составляло предметъ роскоши, и еще во времена *Лютера* (1483—1546) стекла въ жилыхъ помѣщеніяхъ считались рѣдкостью, и только съ восемнадцатаго столѣтія стеклодѣліе, благодаря успѣхамъ науки и техники, стало быстро усовершенствоваться, и цѣна на стекла настолько понизилась, что стекляныя издѣлія взошли нынѣ во всеобщее употребленіе.

Подъ именемъ *стекла* вообще подразумѣваютъ болѣе или менѣе прозрачный, безцвѣтный или окрашенный, но всегда *аморфный* сплавъ кремнекислыхъ, фосфорнокислыхъ или борнокислыхъ солей, мало измѣняющійся на воздухѣ и подъ вліяніемъ воды и слабыхъ кислотъ.

Между этими сплавами преобладающее значеніе имѣютъ сплавы силикатовъ, а именно тѣ, которые состоятъ изъ двухъ силикатовъ—силиката одноатомнаго металла (всего чаще натрія или калія) и силиката двухъ- или болѣе атомнаго металла (всего чаще кальція, свинца, алюминія).

При нагрѣваніи стекло плавится, превращаясь въ подвижную жидкость, а при температурѣ, близкой къ его остыванію, оно становится вязкимъ и можетъ быть превращено въ различные предметы выдуваніемъ. При быстромъ остываніи оно становится очень хрупкимъ (батавскія слезки); вслѣдствіе этого при приготовленіи стеклянныхъ издѣлій ихъ нужно охлаждать медленно и равномѣрно, такъ какъ въ противномъ случаѣ они легко трескаются, въ особенности при быстрыхъ измѣненіяхъ температуры. При слишкомъ медленномъ охлажденіи, однако, и оставленіи стекла долгое время при температурѣ близкой къ его размягченію, изъ него выкристаллизовываются отдѣльные трудноплавкіе силикаты (всего чаще волластонитъ [1]) и оно теряетъ свою прозрачность (*разстекленіе*, *рухъ*). Подъ вліяніемъ воздуха стекло отъ времени тускнѣетъ: вода при содѣйствіи углекислоты по немногу удаляетъ изъ стекла щелочи, и на поверхности стекла остаются тонкія пластинки кремнезема, отъ разности лучепреломленія которыхъ стекло становится на свѣтѣ радужнымъ; кромѣ того выдѣляющійся кремнеземъ отымаетъ у стекла прозрачность. Особенно быстро происходитъ это измѣненіе стекла тамъ, гдѣ оно подвержено одновременному дѣйствію теплоты, влажности и углекислоты, напр. въ конюшняхъ. Вода, въ особенности при нагрѣваніи, растворяетъ стекло, извлекая изъ него кремнекислую щелочь (срав. Mylius и Förster, 1889; Kohlrausch, 1893). При содѣйствіи усиленнаго давленія вода вполнѣ разлагаетъ силикаты. Щелочи и углекислыя ихъ соединенія дѣйствуютъ на стекло, растворяя кремнеземъ и образуя въ стеклѣ родъ щелей (срав. Mylius и Förster, 1892). Кислоты, за исключеніемъ плавиковой и сѣрной, дѣйствуютъ на стекло вообще слабо, слабѣе воды (Förster, 1893). Плавиковая кислота вполнѣ разрушаетъ стекло, а сѣрная—измѣняетъ стекло сильнѣе воды. Подъ вліяніемъ свѣта безцвѣтныя стекла, спустя болѣе или менѣе продолжительное время, принимаютъ сначала желтый, затѣмъ красный и, наконецъ, фіолетовый оттѣнокъ.

Всѣ описанныя свойства стекла — его плавкость, разстекленіе и измѣненіе подъ вліяніемъ внѣшнихъ дѣятелей—зависятъ до значительной степени отъ природы и относительныхъ количествъ силикатовъ,

---

[1]) $CaSiO_3$, удѣльный вѣсъ 2,78—2,91, кристаллизуется въ моноклинической системѣ; твердость 4,5—5.

входящихъ въ его составъ. Съ увеличеніемъ содержанія щелочей въ стеклѣ увеличивается его плавкость, но съ другой стороны стекло становится мягче, ломче и легче измѣняется химическими реактивами и атмосферными дѣятелями; съ увеличеніемъ извести въ стеклѣ увеличивается его тугоплавкость, твердость и эластичность, но вмѣстѣ съ тѣмъ его разстекляемость; съ увеличеніемъ содержанія кремнезема въ стеклѣ увеличивается его твердость, блескъ, прочность, но вмѣстѣ съ тѣмъ и его тугоплавкость.

Въ виду этого спрашивается, какимъ образомъ стекло должно быть составлено, чтобы оно, при возможной легкоплавкости, прозрачности и легкой переработкѣ, измѣнялось по возможности менѣе отъ времени, атмосферныхъ вліяній и другихъ дѣятелей?

Вопросъ этотъ до сихъ поръ не рѣшенъ окончательно, но на основаніи имѣющихся данныхъ можно принять (Benrath, 1868; Weber, 1879), что въ доброкачественныхъ стеклахъ на *три* частицы кремневаго ангидрида должна приходиться *одна* частица основанія. Такъ какъ стекло, какъ было сказано уже выше, состоитъ всего чаще изъ кремнекислыхъ соединеній одно- и болѣе атомныхъ металловъ, то составъ нормальнаго стекла можетъ быть выраженъ эмпирическою формулой

$$(R'_2O \cdot 3SiO_2)_x + (R''O \cdot 3SiO_2)_y,$$

въ которой R′ означаетъ натрій, калій, литій, таллій; а R″—кальцій, магній, барій, стронцій, свинецъ и т. д. Что же касается величинъ x и y, то въ лучшихъ стеклахъ эти величины равны между собою или отклоняются незначительно отъ этого равенства, а именно

$$5x : 7y$$

$$5x : 6y.$$

Тѣмъ не менѣе встрѣчаются и вполнѣ доброкачественныя стекла, содержащія щелочей болѣе, чѣмъ требуетъ указанная формула, но стекла эти содержатъ болѣе кремневаго ангидрида, чѣмъ 3 частицы на 1 частицу основанія, что какъ бы компенсируетъ избытокъ щелочи. Равнымъ образомъ встрѣчаются доброкачественныя стекла и съ меньшимъ содержаніемъ кремневаго ангидрида, чѣмъ требуетъ формула, но въ этихъ стеклахъ замѣчается преобладаніе кальція надъ щелочью, т. е. въ нихъ содержится менѣе одной частицы щелочи на одну частицу окиси кальція. Въ виду этого, *Tscheuschner* (1885 г.) предложилъ для состава нормальнаго стекла болѣе общую формулу, въ которой выражена эта зависимость содержанія кремневаго ангидрида отъ преобла-

данія щелочей или щелочныхъ земель, а именно:

$$xR'_20 + yR''0 + 3\left(\frac{x^2}{y} + y\right)Si0_2.$$

Если принять $y = 1$, то x долженъ быть равенъ для хорошаго оконнаго стекла отъ 0,60 до 1,00; для богемскаго 1,50 — 2,0; для посуднаго 0,80—1,50.

Нерѣдко, впрочемъ, умышленно отступаютъ отъ вышеуказанныхъ отношеній, жертвуя прочностью, легкоплавкостью, или другимъ какимъ нибудь качествомъ стекла или изъ экономическихъ соображеній (бутылочное стекло), или съ цѣлью усилить опредѣленное свойство стекла (его легко- или туго-плавкость, свѣторазсѣяніе, блескъ и т. д.), хотя бы въ ущербъ его другимъ качествамъ. Съ тою же цѣлью въ нѣкоторыхъ случаяхъ замѣняютъ часть или даже весь кремневый ангидридъ — борнымъ и фосфорнымъ. Указанными путями приготовляютъ разнообразные стекловидные аморфные сплавы, пригодные для тѣхъ или другихъ цѣлей.

Изъ всѣхъ видовъ стеколъ самые употребительные слѣдующіе:

1) *Кали-известковое* или *каліевое стекло* (*богемскій хрусталь*). Стекло это совершенно безцвѣтно, очень тугоплавко и мало измѣняется подъ вліяніемъ химическихъ дѣятелей. Удѣльный вѣсъ его— 2,4 — 2,5. Лучшее каліевое стекло идетъ преимущественно на приготовленіе шлифованной посуды (хрусталь) и очень пригодно, благодаря своей тугоплавкости и постоянству, для многихъ химическихъ приборовъ (трубки для органическаго анализа). Оно же употребляется для изготовленія оптическихъ стеколъ (кронгласъ[1]).

Процентный составъ нормальнаго кали-известковаго стекла, соотвѣтственно формулѣ $6Si0_2 . K_20 . Ca0$—слѣдующій:

$Si0_2$	— 70,8
K_20	— 18,3
$Ca0$	— 10,9
	100,0

2) *Натро-известковое* или *натріевое стекло* (*французское оконное стекло*) немного тверже предыдущаго и окрашено въ синеватый или желтоватый цвѣтъ[2]). Удѣльный вѣсъ его 2,5 — 2,6. Благодаря

[1]) Crownglas (Crown—вѣнецъ по англійски, glas—стекло). Въ прежнее время подъ именемъ кронгласа подразумѣвали исключительно кали-известковое стекло; въ настоящее время подъ этимъ названіемъ подразумѣваютъ и другія стекла (иногда и натріевыя), служащія для приготовленія оптическихъ стеколъ со слабою лучепреломляемостью.

[2]) По Benrath'у эта окраска принадлежитъ не силикату натрія, который самъ по себѣ безцвѣтенъ, а обусловливается сѣрнонатріевою солью, всегда содержащеюся въ со-

своей легкоплавкости оно употребляется для приготовленія оконныхъ стеколъ, зеркалъ, для обыкновенной и химической посуды и для литыхъ стеклянныхъ издѣлій (часто съ примѣсью окиси свинца). Такъ какъ оно обходится дешевле, чѣмъ кали-известковое стекло, то оно постепенно вытѣснило это послѣднее во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ абсолютно безцвѣтныхъ стеколъ не требуется.

Процентный составъ нормальнаго натро-известковаго стекла по формулѣ $6SiO_2 . Na_2O . CaO$—слѣдующій:

SiO_2	— 75,5
Na_2O	— 12,9
CaO	— 11,6
	100,0

Часто употребляютъ смѣсь *кали-* и *натро-известковаго* стекла, напр. для отливки зеркалъ, а также для изготовленія химической посуды. Стекло, рекомендованное Stas'омъ (1868) и мало измѣняющееся отъ дѣйствія кислотъ и воды, имѣетъ слѣдующій составъ:

SiO_2	— 77,0
K_2O	— 7,7
Na_2O	— 5,0
CaO	— 10,0

Смѣсь этихъ стеколъ болѣе легкоплавка, чѣмъ каждая изъ составныхъ частей въ отдѣльности. Сосуды, сдѣланные изъ такой смѣси стеколъ, измѣняютъ свой объемъ при сохраненіи (депрессія) значительно болѣе, чѣмъ сдѣланные изъ *вполнѣ чистыхъ* кали- или натро-известковыхъ стеколъ (R. Weber, 1883; Wiebe, 1884). Этимъ фактомъ воспользовались при приготовленіи трубокъ для ртутныхъ термометровъ, изготовляя ихъ изъ чистаго натро-известковаго или кали-известковаго стекла.

Стекла слѣд. состава оказались особенно пригодны для названной цѣли:

	Натріевыя стекла.		Каліевыя стекла.	
SiO_2	72,09	72,04	65,00	65,04
Al_2O_3	1,45	2,42	2,04	0,93
CaO	11,20	8,20	13,58	13,67
K_2O	1,80	1,63	19,50	19,45
Na_2O	13,41	15,32	0,07	0,00
	100,03	99,61	100,20	99,09

лѣ, употребляемой для производства стекла. Соль эта, растворенная въ стеклѣ какъ таковая, сообщаетъ стеклу нѣкоторую мутность, обусловливающую синеватый оттѣнокъ стекла; а возстановленная въ сѣрнистый натрій — окрашиваетъ стекло въ желтый цвѣтъ. При болѣе значительномъ присутствіи сѣрнистаго натрія стекло принимаетъ оранжевый и красно-бурый отливъ.

3) *Кали-свинцовое* или *свинцовое стекло* (*свинцовый англійскій хрусталь*). Стекло это мягко, легкоплавко, хорошо шлифуется, имѣетъ сильный блескъ, большую лучепреломляемость и значительный удѣльный вѣсъ 2,9—3,2. Оно однако легко измѣняется отъ атмосфернаго вліянія и химическихъ дѣятелей. Чтобы увеличить его прочность можно увеличить въ немъ содержаніе кремнезема до: $K_2O . PbO . 8SiO_2$. Служитъ оно главнымъ образомъ для изготовленія посуднаго стекла (англійскій хрусталь), какъ выдуваніемъ, такъ и литьемъ.

Какъ разновидность свинцоваго стекла можно разсматривать: a) *флинтгласъ*, оптическое стекло болѣе богатое свинцомъ, чѣмъ посудный хрусталь, съ удѣльн. вѣсомъ отъ 3,00 до 3,60, даже до 4,42[1]); b) *стразъ*[2]), стекло служащее для приготовленія искусственныхъ драгоцѣнныхъ камней.

Вотъ составъ этихъ стеколъ:

	SiO_2	K_2O	Na_2O	PbO	Другія соединенія.
Нормальное свинцовое стекло по формулѣ $6SiO_2 . K_2O . PbO$	53,2	13,9	–	32,9	—
Англійскій посудный хрусталь	51,9	13,7	—	33,3	—
Флинтгласъ (Іенск. обыкн.)	47,6	6,0	0,5	46,6	0,25 (Mn_2O_3 и As_2O_5)
Флинтгласъ (Іенск. тяжелый)	28,4	2,5	—	69,0	0,14 (Mn_2O_3 и As_2O_5)
Стразъ	38,1	7,8	—	53,0	1,0 (Al_2O_3)

Нерѣдко для приготовленія посуды употребляютъ смѣсь известковаго и свинцоваго стеколъ (*полу-хрусталь*). Свойства этой смѣси стеколъ — среднія между свойствами обоихъ названныхъ видовъ стекла, т. е. она тверже и болѣе тугоплавка, чѣмъ свинцовое, и мягче и болѣе легкоплавка, чѣмъ известковое.

4) *Глиноземно-кальціево-щелочное стекло* (*бутылочное, зеленое стекло*). Оно содержитъ, кромѣ названныхъ основаній, часто значительное количество желѣза, марганца и вмѣсто кальція — магній. Щелочи содержатся въ этомъ стеклѣ въ меньшемъ количествѣ, чѣмъ въ нормальномъ стеклѣ, и если стекло при столь маломъ содержаніи щелочей прочно и не растекляется, то оно обязано тѣмъ присутствію глинозема, уменьшающаго и его тугоплавкость. Но стекло съ столь малымъ содержаніемъ щелочей, какъ бутылочное, быстро переходитъ изъ жидкаго состоянія въ твердое, а потому пригодно только для наиболѣе простыхъ пріемовъ формовки (всего лучше отливкой). Цвѣтъ его красновато-желтый или темнозеленый; удѣльный вѣсъ 2,733; оно твердо, тугоплавко и трудно измѣняется химическими дѣятелями, но легко

[1]) При приготовленіи этого стекла въ Англіи употребляютъ кремень — Flint — откуда и самое названіе стекла.

[2]) Открытъ вѣнскимъ ювелиромъ Strasser'омъ около 1790 г.

разстекляется и трескается при быстромъ измѣненіи температуры. По анализу *Генриво* новѣйшее бутылочное стекло имѣетъ слѣдующій составъ:

	Коньякъ.	Бордо.	Шампанское.
SiO_2	62,54	61,75	61,90
Al_2O_3	4,42	7,10	4,44
Fe_2O_3	1,34	2,70	1,85
CaO	20,47	19,60	17,95
MgO	5,41	4,55	6,18
Na_2O	4,73	4,10	6,16
Mn_2O_3	4,73	0,11	6,16
K_2O	0,94	0,11	1,13
SO_3	0,10	0,09	0,17

5) *Борныя стекла* имѣютъ весьма разнообразный составъ и характеризуются присутствіемъ борной кислоты. Стекла эти обладаютъ сильнымъ блескомъ, легкоплавкостью и трудною разстекляемостью. Фабрикація этихъ стеколъ возникла недавно (Abbé и Schott, 1891), и стекла эти служатъ для приготовленія термометровъ, ареометровъ и другихъ приборовъ, для которыхъ требуется стекло съ малой депрессіей, а также для приготовленія ахроматическихъ оптическихъ стеколъ.

Вотъ составъ нѣкоторыхъ изъ этихъ стеколъ.

	Нормальное стекло для термометровъ.	Борный флинтгласъ.	Фосфорный кронгласъ. I.	Фосфорный кронгласъ. II.	Стекла безъ щелочей.
SiO_2	67,3	—	—	—	51,22
P_2O_5	—	—	70,5	59,5	—
BO_3	2,0	54,5	3,0	3,0	14,00
As_2O_5	—	—	0,5	1,5	0,20
Al_2O_3	2,5	12,0	10,0	8,0	4,5
Mn_2O_3	0,2	—	—	—	0,08
CaO	7,0	—	—	—	—
BaO	—	—	—	28,0	25,0
MgO	—	—	4,0	—	—
ZnO	7,0	12,0	—	—	5,0
PbO	—	18,5	—	—	—
K_2O	—	—	12,0	—	—
Na_2O	14,00	3,0	—	—	—

Наконецъ какъ особенный видъ стеколъ можно разсматривать *окрашенныя и мутныя стекла*, которыя получаются изъ описанныхъ видовъ стеколъ, прибавляя къ нимъ металлическія окиси и другія тѣла.

Матерьялы стеклодѣлія. Изъ только что приведеннаго обзора употребляемыхъ стеколъ ясно, что главные *матерьялы*, служащіе для полученія стекла, суть слѣдующіе:

1) *Кремнеземъ*. Онъ встрѣчается въ природѣ въ изобиліи въ видѣ горнаго хрусталя, кварца, кремня, песка, трепела и въ видѣ различ-

ныхъ кремнекислыхъ соединеній, напр. полеваго шпата. Въ стеклодѣліи употребляютъ главнымъ образомъ песокъ, рѣже кварцъ и кремень.

Для высокихъ сортовъ стекла песокъ не долженъ содержать желѣза и глины, первое окрашивало бы стекло, вторая сдѣлала бы стекло тугоплавкимъ. Такъ какъ вполнѣ чистый песокъ встрѣчается рѣдко, то его привозятъ иногда изъ далекихъ мѣстъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ песокъ очищаютъ отъ примѣсей отмучиваніемъ и обработкой соляною кислотою и затѣмъ прокаливаютъ для удаленія органическихъ тѣлъ. Для полученія простыхъ сортовъ стекла (бутылочнаго) присутствіе въ стеклѣ посторонннихъ примѣсей не оказываетъ, понятно, дурнаго вліянія; для полученія такихъ стеколъ употребляютъ часто даже мергель и кирпичную глину.

2) *Борную кислоту* употребляютъ въ стеклодѣліи всего чаще въ видѣ буры, а также въ видѣ тизы (боронатрокальцитъ).

3) *Щелочи* (кали и натръ) употребляютъ въ видѣ различныхъ соединеній: *кали* — чаще всего въ видѣ хорошо пережженной золы, для хорошихъ стеколъ въ видѣ чистаго поташа, а въ новѣйшее время также въ видѣ сѣрнокаліевой соли, хотя рѣдко, такъ-какъ сѣрнокаліевая соль разлагается труднѣе сѣрнонатріевой; *натръ* — въ видѣ соды и всего чаще въ видѣ сульфата [1]), въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ видѣ кріолита ($3NaFl+AlFl_3$). Соли натрія во всѣхъ случаяхъ, когда это допускаетъ качество приготовляемаго стекла, предпочитаютъ солямъ калія, такъ-какъ онѣ при меньшей стоимости обладаютъ кромѣ того большею насыщающею способностью: 10 частей угленатріевой соли, напр., эквивалентны (равноцѣнны въ химическомъ отношеніи) 13 частямъ углекаліевой соли. При употребленіи сульфата (въ первый разъ предложеннаго для этой цѣли петербургскимъ академикомъ *Лаксманомъ* въ 1764 г. и введеннаго въ практику Baader'омъ въ 1803 г.), прибавляютъ къ стекляной смѣси измельченнаго угля (древеснаго или кокса для простыхъ стеколъ), для превращенія сѣрной кислоты сульфата въ сѣрнистую, такъ-какъ сѣрнистонатріевая соль разлагается кремнеземомъ при болѣе низкой температурѣ, чѣмъ сѣрнонатріевая:

$$Na_2SO_4 + C = Na_2SO_3 + CO\ ^2).$$

На 100 частей безводнаго сульфата употребляютъ 5 — 6 ч. измельченнаго древеснаго угля. Избытокъ угля дѣйствуетъ вредно, такъ-

---

[1]) Въ настоящее время впрочемъ амміачная сода стала все болѣе и болѣе вытѣснять сульфатъ изъ употребленія.

[2]) По Scheurer-Kestner'у (1892) при сплавленіи сульфата съ кремнеземомъ и углемъ выдѣляется, кромѣ окиси углерода, угольный ангидридъ и сѣра по уравненію:

$$3Na_2SO_4 + 6SiO_2 + 5C = 3Na_2Si_2O_5 + 4CO_2 + CO + 3S.$$

какъ при этомъ образуется много сѣрнистаго натрія (Na_2S), окрашивающаго стекло.

Приготовленіе сульфатнаго стекла такъ, какъ это дѣлается въ настоящее время, нельзя считать раціональнымъ, потому что сѣра (22,5%), содержащаяся въ сульфатѣ, совершенно теряется. Улавливаніе этой сѣры на стекло-плавильныхъ заводахъ—немыслимо, но оно стало бы возможнымъ при употребленіи стекляными заводами вмѣсто сульфата кремненатріевой соли. Тогда на химическихъ заводахъ приготовляли бы это соединеніе, сплавляя сульфатъ съ кремнеземомъ и углемъ, а выдѣляющуюся при этомъ двуокись сѣры превращали бы въ сѣрную кислоту или непосредственно въ сульфатъ (по способу Hargreaves'a, стр. 465).

Поваренная соль (равно какъ и хлористый калій) не разлагается кремневымъ ангидридомъ въ отсутствіе воды или воздуха, а потому не можетъ быть употреблена какъ щелочной матеріалъ въ стеклодѣліи. Тѣмъ не менѣе иногда прибавляютъ къ стекляной смѣси поваренную соль, съ цѣлью, какъ полагаютъ, удаленія окиси желѣза изъ смѣси ($Fe_2O_3 + 6NaCl = 2FeCl_3 + 3Na_2O$) и содѣйствія скорѣйшему сплавленію смѣси: поваренная соль легко плавится, становится жидкою и тѣмъ содѣйствуетъ скорѣйшей передачѣ тепла отъ стѣнокъ плавильнаго горшка къ рыхлой нерасплавленной смѣси. Послѣ образованія стекла, поваренная соль, обладая уд. вѣсомъ меньшимъ чѣмъ стекло, всплываетъ наверхъ и можетъ быть удалена.

3) *Известь* употребляютъ въ стеклодѣліи въ видѣ чистаго мрамора (для высокаго качества стеколъ) и въ видѣ мѣла, известняковъ (для простыхъ стеколъ) и при томъ или въ видѣ таковыхъ, или (рѣдко) послѣ предварительнаго обжиганія и распаденія на воздухѣ полученной жженой извести въ порошокъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ известь употребляютъ въ видѣ волластонита ($CaSiO_3$).

Вмѣсто кальція употребляютъ для приготовленія нѣкоторыхъ стеколъ *окиси стронція* и *барія*; первую—въ видѣ стронціанита ($SrCO_3$), вторую—въ видѣ витерита и тяжелаго шпата.

Фтористый кальцій ($CaFl_2$) — искусственный или естественный, а также *кріолитъ* ($AlFl_3 . 3NaFl$) и *фосфорнокальціевую соль* (жженая кость) употребляютъ при приготовленіи молочныхъ и непрозрачныхъ стеколъ.

Часто употребляютъ для полученія стекла кремнеземъ, щелочи и известь въ видѣ болѣе или менѣе сложныхъ соединеній, встрѣчающихся въ природѣ и имѣющихъ составъ, аналогичный составу стекла, каковы: полевой шпатъ, пехштейнъ (SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO, K_2O, Na_2O и H_2O), пемза (SiO_2, Al_2O_3, K_2O, Na_2O, MgO, Fe_2O_3, Mn_2S_3 и H_2O), фонолитъ

(SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO, Fe_2O_3, Mn_2O_3, H_2O) и амфиболъ, базальтъ, нѣкоторыя лавы, гранитъ, легкоплавкія глины, мергель, а также шлаки изъ доменныхъ печей. Всѣ эти матеріалы содержатъ однако всегда желѣзо и глиноземъ и отдѣльныя составныя части не въ той пропорціи, въ какой требуется для образованія доброкачественнаго стекла. Въ виду этого, указанные минералы могутъ служить подмѣсями и употребляться только при изготовленіи простыхъ стеколъ (бутылочнаго).

4) *Окись свинца* употребляется большей частью въ видѣ сурика ($2PbO.PbO_2$), который, отдавая часть своего кислорода и возстанавляясь въ окись, содѣйствуетъ очищенію стекла. Сурикъ не долженъ содержать мѣди и олова, такъ какъ первая сообщила-бы стеклу окраску, а послѣднее сдѣлало бы его мутнымъ и непрозрачнымъ. Вмѣсто сурика предложено (Kassner, 1889) употреблять при приготовленіи кальціево-свинцовыхъ стеколъ—кальціумъ-плумбатъ (Ca_2PbO_4[1]), отдающій болѣе кислорода, чѣмъ сурикъ. Употребленіе свинцовыхъ бѣлилъ (основной углекислый свинецъ) въ стеклодѣліи неудобно, такъ какъ они обыкновенно содержатъ примѣсь уксусно-свинцовой соли, обусловливающей возстановленіе окиси въ свинецъ.

Кромѣ этихъ матеріаловъ употребляютъ для приготовленія нѣкоторыхъ видовъ стеколъ *углекислый цинкъ*, *окись висмута*, *окись таллія*, а для окрашенныхъ и мутныхъ стеколъ—многія другія окиси.

При приготовленіи стекляной смѣси, вышеописанные матеріалы никогда не употребляются одни, но всегда къ нимъ примѣшиваютъ большее или меньшее количество уже готоваго стекла или въ видѣ *боя* (битаго стекла), отчасти собраннаго въ городахъ, отчасти получаемаго на заводахъ при выработкѣ стеколъ, или въ видѣ *эрклеса*, *шквары* (стекла вытекающаго изъ трещинъ горшковъ и обыкновенно нечистаго) для низшихъ сортовъ стекла. Количество прибавляемаго стекла обыкновенно не менѣе $^1/_3$ взятой смѣси, и оно служитъ *плавнемъ*, облегчающимъ образованіе новаго стекла и уменьшающимъ улетучиваніе щелочей: готовое стекло плавится при относительно невысокой температурѣ, растворяетъ въ себѣ щелочь, а въ образовавшемся жидкомъ стеклѣ растворяются кремнеземъ и известь.

---

[1]) *Кальціумъ-плумбатъ* (Ca_2PbO_4) полученъ Kassner'омъ (1889) при нагрѣваніи въ тиглѣ или въ муфельной печи смѣси изъ двухъ частицъ углекальціевой соли (мѣла, известковаго шпата и т. д.) съ 1 частицей окиси свинца въ присутствіи воздуха. Полученное соединеніе представляетъ кристаллическій порошокъ желто-краснаго цвѣта съ большимъ уд. вѣсомъ и нерастворимый въ водѣ. Водой при 150°, кислотами, углекислыми и двууглекислыми щелочами разлагается съ выдѣленіемъ перекиси свинца и образованіемъ соотвѣтств. соединеній кальція. Кромѣ примѣненія въ стекляномъ производствѣ, кальціумъ-плумбатъ былъ предложенъ какъ окисляющее средство, а также для приготовленія зажигательнаго состава для спичекъ и др. цѣлей, но до сихъ поръ дѣйствительнаго примѣненія не получилъ.

Къ матеріаламъ, употребляемымъ для полученія стекла, нужно отнести еще нѣсколько химическихъ соединеній, служащихъ для маскированія или уничтоженія бураго цвѣта стекла отъ попавшихъ въ него частицъ угля и зеленоватаго окрашиванія, обусловливающагося кремнежелѣзистою солью, попадающую въ стекло изъ сырыхъ матеріаловъ, служащихъ для его приготовленія. Для названныхъ цѣлей употребляютъ именно перекись марганца, мышьяковистый ангидридъ (As_2O_3), селитру, сурикъ, окись цинка и друг.

1) *Перекись марганца* (пиролюзитъ) уже издавна употребляютъ для обезцвѣчиванія стекла. При употребленіи ея слѣдуетъ имѣть въ виду, что для обезцвѣчиванія стекла она должна быть прибавлена къ нему только въ небольшихъ количествахъ; при употребленіи большихъ количествъ стекло окрашивается въ фіолетовый или аметистово-красный цвѣтъ, который можетъ быть такъ интенсивенъ, что стекло становится чернымъ и непрозрачнымъ. Въ чемъ состоитъ дѣйствіе перекиси марганца—до сихъ поръ не вполнѣ разъяснено, но всего вѣроятнѣе принять, что съ одной стороны перекись марганца окисляетъ посторонніе примѣси (уголь, сѣрнистыя щелочи, кремнежелѣзистую соль), содержащіяся въ стеклѣ, съ другой—окрашиваетъ стекло въ фіолетовый цвѣтъ и тѣмъ маскируетъ въ немъ зеленый оттѣнокъ, такъ какъ смѣсь зеленаго и фіолетоваго цвѣтовъ даетъ бѣлый цвѣтъ. Стекла, обезцвѣченныя марганцомъ, подъ вліяніемъ свѣта постепенно принимаютъ красноватое окрашиваніе; въ виду этого обстоятельства, въ настоящее время предпочитаютъ обезцвѣчивать стекла, въ особенности натріевыя, вмѣсто перекиси марганца — закисью никкеля (окрашивающей стекло въ красновато-бурый цвѣтъ) или чистою, или съ примѣсью незначительныхъ количествъ окиси кобальта, которая также употребляется и отдѣльно для обезцвѣчиванія стекла. Обезцвѣчивающая способность обоихъ окисловъ обусловливается тѣми же причинами, какъ и обезцвѣчивающая способность перекиси марганца.

2) *Мышьяковистый ангидридъ* считается большинствомъ стеклянныхъ заводовъ, какъ одно изъ незамѣнимыхъ очищающихъ средствъ. Какъ обезцвѣчивающее средство, оно можетъ дѣйствовать химически, окисляя уголь ($3C+As_2O_3=2As+3CO$) и превращая закись желѣза въ менѣе окрашивающую окись ($6FeO+As_2O_3=3Fe_2O_3+2As$). Это химическое дѣйствіе мышьяковистаго ангидрида и его улетучиваніе происходитъ уже при слабо-красномъ каленіи. Мышьяковистый ангидридъ прибавляютъ уже къ вполнѣ готовому, расплавленному стеклу, погружая кусокъ мышьяковистаго ангидрида до дна плавильнаго горшка помощью желѣзной палки. Тотчасъ отдѣляются пары мышьяковистаго ангидрида, которые окисляютъ уголь и закись желѣза и приводятъ въ

сильное движеніе расплавленное стекло, что содѣйствуетъ его однородности. Не слѣдуетъ упускать изъ виду, что при употребленіи мышьяковистаго ангидрида для очищенія стекла, въ этомъ послѣднемъ остается небольшая часть мышьяка въ видѣ мышьяково- или мышьяковистокальціевой соли.

3) *Селитра* прибавляется къ стеклу обыкновенно въ видѣ чилійской (азотнонатріевой соли). При приготовленіи свинцовыхъ стеколъ она съ успѣхомъ можетъ быть замѣнена азотносвинцовой солью. Азотнобаріевая соль была также предложена для обезцвѣчиванія стекла. Всѣ эти соединенія дѣйствуютъ аналогично мышьяковистому ангидриду.

Шамбланъ (Chamblant, 1875) предложилъ замѣнить окисляющія тѣла, употребляемыя для обезцвѣчиванія стекла, *нагрѣтымъ воздухомъ*, пропуская его въ стекло при помощи желѣзной трубки съ платиновымъ наконечникомъ. Струя воздуха производитъ окисленіе и кромѣ того перемѣшиваетъ стекло, содѣйствуя его однородности. Вмѣсто воздуха предложено (A. M. Villon, 1893), употреблять *кислородъ*, чѣмъ не только уменьшается окраска стекла, но и ускоряется его очищеніе, и сокращается (на 30—40%) время сплавленія смѣси. Кислородъ, заключенный въ стальномъ цилиндрѣ подъ давленіемъ 120 атм., проходитъ сначала черезъ регуляторъ, допускающій уменьшеніе давленія до 2 атм. и затѣмъ черезъ платиновую трубку, погруженную въ расплавленное стекло и оканчивающуюся спиралью, снабженною мелкими отверстіями. При началѣ работы кислородъ пропускаютъ медленно, затѣмъ быстрѣе, а подъ конецъ очень быстро. На 100 кгр. сваннаго стекла требуется 600 литр. кислорода.

Подготовка и смѣшеніе сырыхъ матеріаловъ. Сырые матеріалы, употребляемые въ стеклодѣліи, должны быть первоначально надлежащимъ образомъ измельчены, такъ какъ только при этомъ условіи можно приготовить изъ нихъ однородную смѣсь и кромѣ того облегчить плавку ея.

Для предварительнаго измельченія употребляютъ обыкновенно толчеи или дезинтеграторы, а окончательное измельченіе производитъ подъ бѣгунами или въ шаровыхъ мельницахъ (стр. 738). Измельченныя тѣла—для полученія однороднаго порошка—просѣиваютъ сквозь сито. Для высокихъ сортовъ стекла кремневислые матеріалы еще отмучиваютъ. Кварцъ, кремень и т. п. тѣла, благодаря своей вязкости, очень трудно измельчаются; чтобы сдѣлать ихъ хрупкими, ихъ сильно нагрѣваютъ и накаленными кидаютъ въ воду. (закаливаютъ); тогда они трескаются, распадаются на куски и легко измельчаются. Измельченіе стекляннаго боя можетъ быть и грубое.

Измельченные и просѣянные матеріалы сушатъ въ особенныхъ печахъ, что необходимо какъ для правильнаго отвѣшиванія матеріаловъ, такъ и для того, чтобы не понижать температуры стеклоплавильныхъ горшковъ при вбрасываніи въ нихъ влажной смѣси.

Послѣ того какъ матеріалы измельчены и высушены, ихъ отвѣшиваютъ въ надлежащихъ пропорціяхъ и затѣмъ тщательно перемѣшиваютъ, иногда вновь просѣиваютъ и получаютъ смѣсь, служащую для образованія стекла, такъ называемую „*массу*". Относительное количество матеріаловъ опредѣляется составомъ ихъ и составомъ стекла, которое хотятъ приготовить, руководясь составомъ хорошихъ образцовъ, при чемъ слѣдуетъ, однако, принять во вниманіе, что при плавкѣ происходитъ нѣкоторая потеря въ щелочахъ, вслѣдствіе летучести ихъ соединеній.

Подготовленную такимъ образомъ смѣсь прежде обыкновенно прокаливали или *фриттовали* въ особенныхъ пламенныхъ печахъ съ цѣлью удалить углекислоту и воду и сплавить отчасти щелочь съ кремнеземомъ и тѣмъ уменьшить объемъ и вспучиваніе смѣси, а также разъѣдающее дѣйствіе ея (вслѣдствіе присутствія углекислыхъ щелочей) на стеклоплавильные горшки. Теперь, при употребленіи болѣе чистыхъ матеріаловъ, фриттованіе употребляется не всегда, и смѣсь непосредственно помѣщаютъ въ нагрѣтые стеклоплавильные горшки, стоящіе въ стеклоплавильной печи.

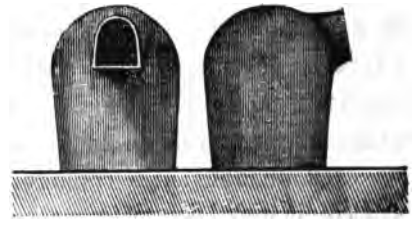
Стеклоплавильные горшки. Сплавленіе смѣси требуетъ очень высокой температуры, а потому стеклоплавильные горшки дѣлаютъ изъ огнеупорной и пластической глины, къ которой для уменьшенія осадки прибавляютъ измельченную шамотту (обожженная и вновь измельченная огнеупорная глина — *жженка*) тѣмъ больше, чѣмъ пластичнѣе перерабатываемая глина [1]). Въ большей части случаевъ на 1 часть сырой глины приходится брать 1 часть обожженной. Смѣсь предварительно долго уминаютъ въ особенныхъ ларяхъ и затѣмъ изъ нея формуютъ горшки безъ или при помощи деревянныхъ формъ, но всегда ручнымъ путемъ и даютъ имъ медленно и постепенно высохнуть при температурѣ 30 — 25° въ закрытыхъ помѣщеніяхъ, предохраняя отъ сквознаго вѣтра. Послѣ полнаго высушиванія, которое (смотря по величинѣ горшка) длится отъ мѣсяца до шести, ихъ обжигаютъ въ спеціальныхъ пламенныхъ горшкообжигательныхъ печахъ, въ которыхъ постепенно и медленно возвышаютъ температуру до краснаго каленія. Это обжиганіе горшковъ производится передъ са-

[1]) Предложено также изготовленіе плавильныхъ горшковъ изъ смѣси 3 ч. азбеста и 1 ч. огнеупорной пластической глины; они, при большой огнеупорности, разъѣдаются труднѣе шамоттовыхъ.

мымъ употребленіемъ ихъ, т. е. передъ самымъ помѣщеніемъ въ раскаленномъ состояніи въ стеклоплавильную печь.

Горшкамъ этимъ придаютъ очень различную форму, при чемъ имѣютъ въ виду, чтобы въ возможно меньшемъ пространствѣ печи помѣстить возможно большее число ихъ, чтобы они вмѣщали возможно больше стекла, чтобы они всего менѣе были подвержены разбиванію и чтобы изготовленіе ихъ не представляло трудности. Въ настоящее время имъ придаютъ обыкновенно форму слегка коническую (фиг. 265). При плавленіи свинцоваго стекла въ обыкновенныхъ печахъ, въ особенности отапливаемыхъ каменнымъ углемъ, употребляютъ горшки, снабженные куполомъ, отверстіе котораго обращено къ рабочему отверстію печи (фиг. 266). Въ печахъ съ газовыми топками также и свинцо-

Фиг. 265.



Фиг. 266.

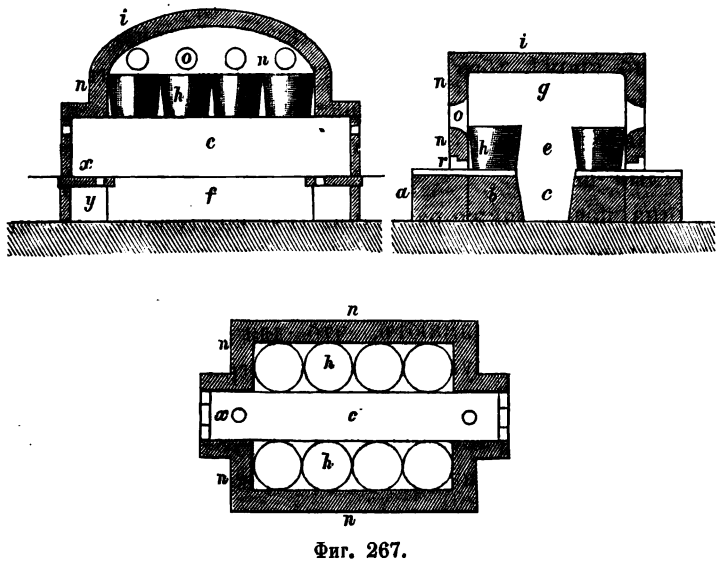
вое стекло плавятъ въ открытыхъ горшкахъ. Для облегченія очищенія стекла нерѣдко употребляютъ горшки съ перегородкой, недоходящей до дна горшка: смѣсь вбрасываютъ въ одно изъ отдѣленій, а образованное стекло собирается въ другое отдѣленіе, нечистоты же остаются въ первомъ. Величина горшковъ бываетъ очень различна, смотря по роду приготовляемыхъ издѣлій и другимъ соображеніямъ: они вмѣщаютъ отъ 300 до 1000 кгр. стекла. Горшки, употребляемые въ Англіи для приготовленія оконнаго стекла, вмѣщаютъ до 2500 кило стекла и поперечникъ ихъ равенъ 1,5 м. У насъ въ Россіи употребляютъ почти исключительно небольшіе горшки: для хрусталя и вообще для посуднаго стекла емкостью въ 325 много въ 400 кгр., для листоваго стекла—300—500—1200 кило, для бутылочнаго 500—650 кгр. Въ большихъ горшкахъ выплавится въ одинаковое время больше стекла, чѣмъ въ малыхъ, что сберегаетъ расходъ на топливо, но зато затрудняетъ полученіе однороднаго стекла и переработку.

Стеклоплавильныя печи складываютъ изъ необожженныхъ или въ настоящее время чаще изъ обожженныхъ кирпичей. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ внутреннія части печи, соприкасающіяся съ огнемъ (внутр. облицовку печи), складываютъ изъ огнеупорныхъ шамоттовыхъ кирпи-

чей (на 1 часть глины берутъ 2—3 ч. шамотты), а наружныя изъ обыкновеннаго кирпича; сводъ печи сооружаютъ изъ динассоваго кирпича, содержащаго 98—99% кремнезема (см. глин. производство); цементомъ при сооруженіи печи служитъ огнеупорная глина въ смѣси съ шамоттой и пескомъ. У насъ въ Россіи печи строятъ очень часто изъ высушенныхъ на воздухѣ формованныхъ кирпичей, сдѣланныхъ изъ бѣлой глины (100 ч.) въ смѣси съ бѣлымъ пескомъ (50—100 ч.—смотря по пластичности глины); только для шурниковыхъ и горшечныхъ передковъ употребляютъ обожженный кирпичъ изъ глины и шамотты.

Печи послѣ постройки высушиваютъ очень постепеннымъ нагрѣваніемъ, доводя его подъ конецъ до краснаго каленія, послѣ чего въ нихъ вводятся горшки, предварительно нагрѣтые.

Устройство, внѣшній видъ и размѣръ этихъ печей очень различны, но всѣ онѣ представляютъ родъ стоячихъ пламенныхъ печей, въ которыхъ труба слита съ нагрѣвательнымъ пространствомъ. Существенныя части стеклоплавильныхъ печей представлены на фиг. 267.



Фиг. 267.

На фундаментѣ *f* подымаются по обѣимъ сторонамъ массивныя кирпичныя стѣны—внѣшнія *aa* служатъ для поддержки свода, а внутреннія *bb*—служатъ для установки горшковъ (*лавы*, *пода*); эти послѣднія оставляютъ между собою углубленіе въ формѣ длиннаго канала (*c*), называемое *кадью* (*жерло печи*). Съ этой канавой соединены топки (въ данномъ случаѣ *x*), на которыхъ образуется пламя, развивающееся въ кади. Нижнюю часть кади образуетъ такъ называемый *колодезь*, служащій для стока очажнаго стекла (*шквара*, *эрклесъ*). Стеклоплавильные горшки устанавливаютъ двумя рядами на лавахъ. Пламя,

подымающееся изъ кади, проходитъ сначала между двумя рядами горшковъ по пространству *e*, распространяется по рабочему пространству *gg* до свода *ii* и выходитъ изъ отверстій *o*, служащихъ также для выработки стекла (*рабочія отверстія*). Отверстія *rr* (*дуплешки*) употребляются только при разжиганіи печи и при перемѣнахъ горшковъ. Во время производства они закрыты. Горшки вставляются въ печь или черезъ отверстія топокъ *x*, или черезъ особыя ворота (*горшечныя ворота*), устроенныя въ печи и во время производства заложенныя. Тяга въ этихъ печахъ происходитъ исключительно вслѣдствіе разности температуръ нагрѣвательнаго пространства и окружающаго воздуха, безъ содѣйствія настоящей трубы. Для усиленія тяги въ нѣкоторыхъ случаяхъ устраиваютъ небольшія (высота 16 см.) трубы, располагая ихъ по окружности печи, между каждыми двумя рабочими отверстіями.

Форма стеклоплавильныхъ печей бываетъ то круглая, то овальная, то четырехъ- и много-угольная, при чемъ имѣютъ въ виду, чтобы въ возможно короткое время и съ наименьшей тратой топлива расплавить возможно большее количество стекла; поэтому нужно, чтобы въ печи не было пространства незанятаго, гдѣ теплота пропадала бы даромъ. Нужно кромѣ того для удобства работы имѣть къ печи свободный доступъ для внесенія матеріаловъ и горшковъ, для выработки и разогрѣванія стекла.—У насъ въ Россіи употребляютъ предпочтительно круглыя печи.

Величина печей также различна. Вообще говоря, маленькія печи требуютъ больше топлива, нежели большія, но это вѣрно только до извѣстнаго предѣла, далѣе котораго увеличеніе размѣровъ печи не приноситъ выгоды. Принимаютъ, что для круглыхъ и квадратныхъ печей этотъ предѣлъ наступаетъ при діаметрѣ 2,44 м., а для продолговато-четырехъ-угольныхъ печей при длинѣ печи въ 3,6 м., а ширинѣ 2,44 м. Печи устраиваютъ на 4—6—8—10—12 горшковъ (чаще всего на 10—12), величина которыхъ, какъ мы видѣли выше, также очень различна.

Существеннѣе печи отличаются устройствомъ своихъ топокъ, смотря по роду употребляемаго топлива. Если топливомъ служатъ дрова, дающія длинное пламя и легко сгорающія, въ такомъ случаѣ устраиваютъ топки часто безъ рѣшетки на двухъ противоположныхъ концахъ кади, какъ это представлено на фиг. 267, подъ сводомъ самой печи или помѣщаютъ ихъ сбоку не подъ сводомъ печи, какъ въ обыкновенныхъ пламенныхъ печахъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ очагъ лежитъ гораздо ниже горшковъ. Помѣщеніе топокъ не подъ сводомъ печи, а въ сторонѣ, что дѣлается съ цѣлью уберечь стекло въ горшкахъ отъ попаданія въ него угля и золы, уносимыхъ горючими га-

зами, воспрепятствовать смѣшенію съ углемъ стекла, вытекающаго изъ горшковъ (эркглесъ, шквара, очажное стекло) и имѣющаго большую цѣнность, и, наконецъ, облегчить управленіе огнемъ. Съ другой стороны такія печи имѣютъ ту невыгоду, что въ нихъ увеличивается пространство напрасно нагрѣваемое топливомъ, и что лучистымъ теплomъ очага вовсе нельзя воспользоваться. При топкѣ каменнымъ углемъ (всего лучше — смѣсью жирнаго съ тощимъ) очаги устраиваются всегда съ колосниками и, такъ какъ каменный уголь даетъ болѣе короткое пламя, чѣмъ дрова, то помѣщаютъ очагъ или въ серединѣ кади, или превращаютъ всю кадь въ очагъ.

Стеклоплавильныя печи съ обыкновенными топками выходятъ изъ употребленія и на всѣхъ значительныхъ заводахъ (также у насъ въ Россіи) ихъ замѣняютъ *газовыми*, представляющими значительное преимущество и дающими экономію въ топливѣ, сравнительно съ печами съ обыкновенными топками, равную 20—30, даже 50%.

Изъ значительнаго числа газовыхъ стеклоплавильныхъ печей одна изъ самыхъ распространенныхъ и всего болѣе пригодныхъ для большаго производства есть печь *Сименса* (1862). Печь эта состоитъ изъ генератора, регенераторовъ и печи собственно.

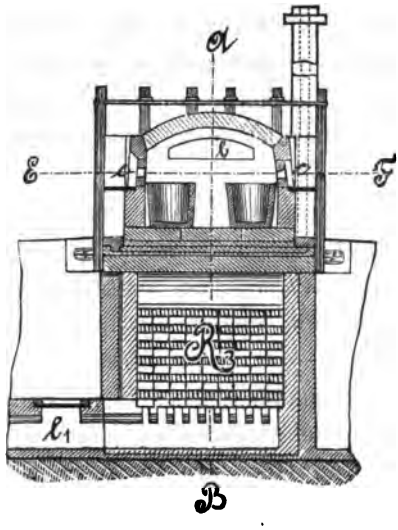
Генераторъ имѣетъ различное устройство, смотря по роду сожигаемаго топлива, и устанавливается на нѣкоторомъ, хотя возможно близкомъ разстояніи отъ печи, съ цѣлью уменьшить потерю тепла въ газопроводахъ вслѣдствіе лучеиспусканія и проводимости, а также конденсаціи продуктовъ сухой перегонки.

Регенераторы устанавливаются подъ печью и имѣютъ то устройство, которое было указано выше (стр. 157).

Стеклоплавильная печь въ общемъ сходна съ обыкновенными стеклоплавильными печами. Въ послѣднее время *Сименсъ* (Siemens, 1884) ее снабжаетъ высокимъ сводомъ, чтобы увеличить объемъ нагрѣвательнаго пространства и направить пламя такимъ образомъ, чтобы оно не прикасалось къ твердымъ тѣламъ (горшки, стѣнки и сводъ печей) какъ холоднымъ (чѣмъ понижается температура горѣнія), такъ и сильно нагрѣтымъ (чѣмъ увеличивается диссоціація), а развивалось бы совершенно свободно безъ нарушенія правильности процесса горѣнія и разогрѣвало-бы внутреннее пространство одною лучистою теплотой. Свободнымъ развитіемъ пламени въ нагрѣвательномъ пространствѣ (freie Flammenentfaltung) увеличивается пирометрическое дѣйствіе топлива и продолжительность службы печи.

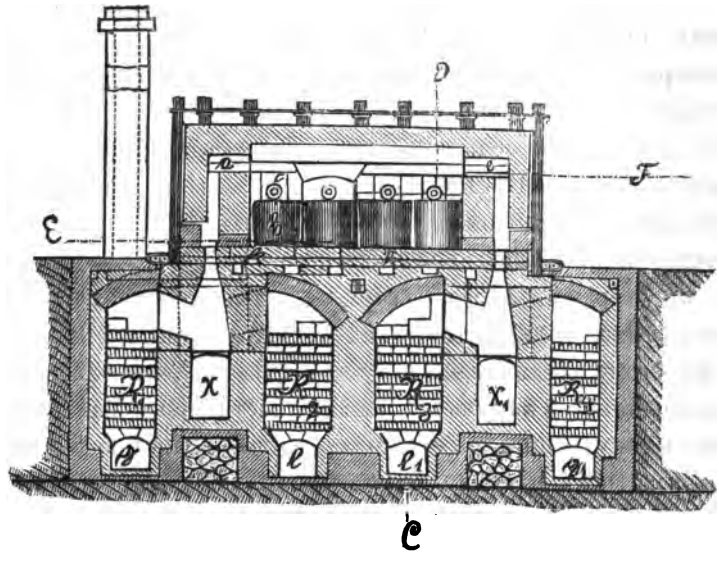
Печь Сименса такого устройства представлена на фиг. 268 и 269. Она четырехъ-угольная и покрыта сводомъ изъ шамоттоваго кирпича или динассоваго камня; въ ней помѣщено 8 горшковъ въ два ряда.

Генераторный газъ изъ генератора по подземному каналу g поступаетъ въ печь при a, пройдя первоначально регенераторъ R_1; воздухъ поступаетъ изъ канала l черезъ регенераторъ R_2 въ печь также при a, смѣшиваясь съ газомъ. Дымогарные газы уходятъ изъ печи при e, проходятъ холодные регенераторы R_3 и R_4, нагрѣваютъ ихъ и направляются въ трубу. Спустя нѣкоторое время измѣняютъ положеніе вентилей и направляютъ газовую струю по регенераторамъ и по печи въ противуположномъ направленіи, повторяя эту мѣну въ направленіи движеній газовъ и впредь. Лавы, на которыхъ стоятъ горшки, охлаждаются каналами k, черезъ которые дѣйствіемъ трубы протягивается холодный воздухъ, чѣмъ увеличивается продолжительность ихъ службы; cc—рабочія отверстія для выработки стекла.



Фиг. 268.

Печь Сименса (и ей подобныя) даетъ прекрасные результаты, но устройство ея стоитъ дорого и уходъ за нею довольно затруднителенъ (перестановка вентилей, очистка регенераторовъ и т. д.). Въ виду этого

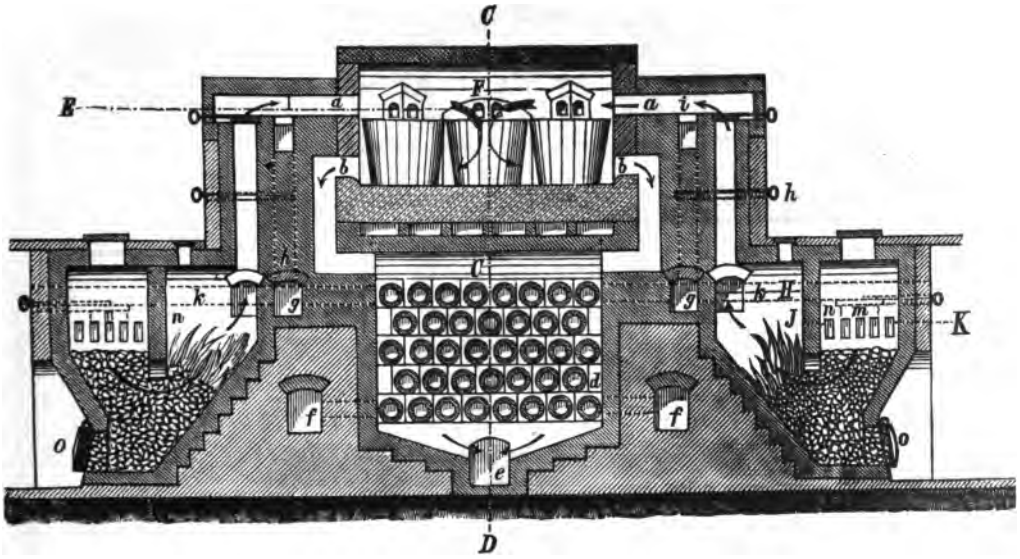


Фиг. 269.

стали примѣнять также болѣе упрощенныя печи, въ которыхъ необходимость нагрѣвать генераторный газъ вовсе устранена присоеди-

неніемъ генератора въ самой печи, а нагрѣваніе воздуха производятъ въ калориферахъ (*рекуператорахъ*), представляющихъ камеры, въ которыхъ устроены изъ огнеупорнаго матеріала двѣ системы ходовъ между собою смежныхъ, но несообщающихся: по одной системѣ ходовъ идутъ горячіе дымогарные газы изъ печи, передавая теплоту черезъ стѣнки въ сосѣдніе ходы другой системы, по которымъ направляется въ печь воздухъ, нужный для сожиганія газовъ.

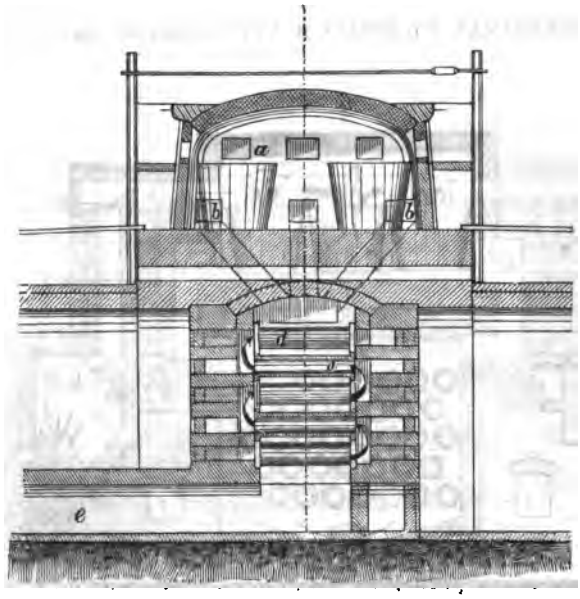
Представителемъ этой второй группы печей можетъ служить печь (C. Nehse, 1870, 1880), представленная на фиг. 270 и 271. Она имѣетъ два генератора, слитыхъ съ печью и устроенныхъ на принципѣ пуль-



Фиг. 270.

товыхъ топокъ (стр. 147). Воздухъ (предварительно нагрѣтый) входитъ черезъ рядъ отверстій по обѣимъ сторонамъ генератора, проходитъ вслѣдствіе тяги дымовой трубы черезъ горючій матеріалъи, уже пройдя стѣнку *n*, подымается къ отводному каналу. Отверстіе *o* служитъ для удаленія шлаковъ (расплавленныхъ) и для впусканія воздуха, потребнаго для сжиганія образующагося кокса, при чемъ количество впускаемаго воздуха можетъ быть регулировано заслонкой. Газъ изъ каждаго генератора поступаетъ черезъ 3 вертикальныхъ отводныхъ канала въ печь при *aaa*, гдѣ и смѣшивается при *i* съ воздухомъ, идущимъ изъ каналовъ *hhh*. Образующееся при этомъ съ обѣихъ сторонъ печи пламя направляется надъ горшками въ нагрѣвательное пространство и уходитъ изъ печи черезъ отверстія и каналы *bb* въ рекуператоръ. Пройдя здѣсь между трубами *dd* (фиг. 271) и нагрѣвъ ихъ, дымогарные газы

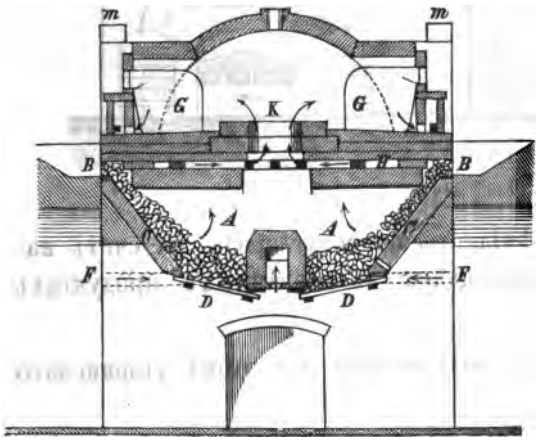
направляются каналомъ *e* къ дымовой трубѣ. Рекуператоръ при этой печи трубчатый Воздухъ какъ для горѣловъ, такъ и для генератора, входя въ трубы рекуператора черезъ *ff*, поднимается въ нихъ и уже разогрѣтый поступаетъ въ каналы *gg*. Отсюда одна часть нагрѣтаго воздуха направляется каналами *hh* въ печь, другая же каналами *kk*— къ генераторамъ. Притокъ воздуха и газа въ печь, а также притокъ перваго въ генераторы регулируются простыми задвижками изъ шамоттовыхъ плитъ.



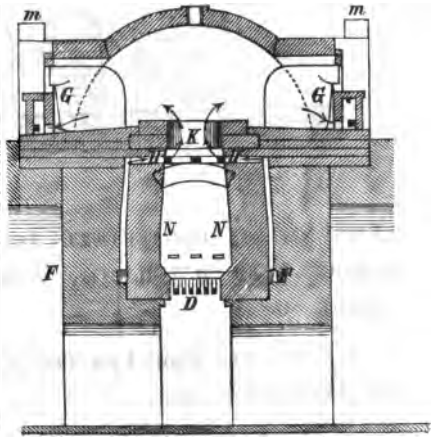
Фиг. 271.

Для дальнѣйшаго упрощенія устройства газовыхъ стеклоплавильныхъ печей предложено производить нагрѣваніе воздуха не въ рекуператорахъ, а въ каналахъ, устроенныхъ въ самыхъ печахъ для охлажденія лавъ, боковыхъ стѣнъ, пода и т. д. Представителемъ этой третьей и послѣдней группы газовыхъ стеклоплавильныхъ печей можетъ служить печь (Boetius, 1870), представленная на фиг. 272 и 273 и очень пригодная для маленькаго производства. Подъ печью помѣщены два генератора *A*, изъ которыхъ газъ поступаетъ въ каналъ *K*, а изъ него въ печь. Воздухъ поступаетъ по боковому каналу *F*, нагрѣвается теплотою стѣнокъ *N* генератора и въ горизонтальномъ каналѣ подъ лавами *H* и выходитъ цѣлымъ рядомъ боковыхъ отверстій въ *K*, смѣшиваясь съ газомъ. Пламя обхватываетъ горшки, а дымогарные газы уходятъ черезъ невысокія трубы *mm*.

Что касается расхода топлива въ описанныхъ системахъ печей, то по имѣющимся даннымъ можно принять, что въ обыкновенныхъ горшечныхъ печахъ (французскихъ, богемскихъ) на 1 вѣс. часть стекла въ издѣліи (бутылочнаго) идетъ въ среднемъ не менѣе 1,7 ч. кам. угля, въ печи Бэція отъ 1,5 до 1,3 ч., въ газовыхъ печахъ Сименса всего до 0,75 ч.



Фиг. 272.



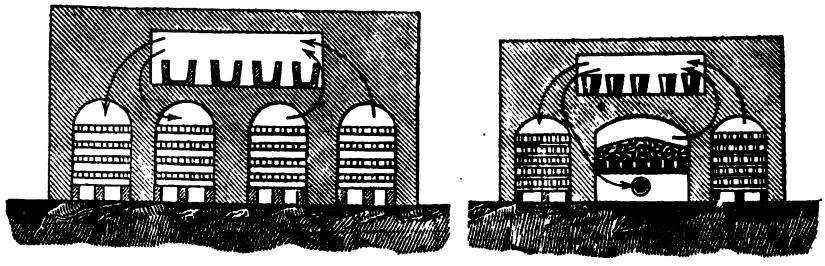
Фиг. 273.

Кромѣ описанныхъ типовъ стеклоплавильныхъ печей предложены печи, отапливаемыя углекислымъ генераторнымъ газомъ (стр. 156), нефтью или нефтяными остатками, а также подземными горючими газами (стр. 161). Послѣдняго рода печи получили широкое примѣненіе въ Сѣверной Америкѣ (въ особенности въ г. Питсбургѣ, наход. на разстояніи 150 километровъ отъ Нью-Іорка [1]).

Схема стеклоплавильной печи, отапливаемой углекислымъ генераторнымъ газомъ и предложенной *Сименсомъ* (1891 г.), представлена на фиг. 274. Она состоитъ изъ нагрѣвательнаго пространства, въ которомъ помѣщены стеклоплавильные горшки, двухъ регенераторовъ для нагрѣванія воздуха и генератора, поставленнаго подъ нагрѣвательнымъ пространствомъ. Газы изъ генератора смѣшиваются при самомъ входѣ въ нагрѣвательное пространство съ воздухомъ, нагрѣтымъ

[1]) Городовъ, освѣщаемыхъ и отапливаемыхъ горючимъ подземнымъ газомъ, въ Сѣв.-Амер. Штатахъ (въ особ. Пенсильваніи) насчитываютъ много. По имѣющимся свѣдѣніямъ, въ 1889 г. во всемъ государствѣ употреблено 552 милліарда куб. ф. подземнаго горючаго газа, изъ нихъ 171,5 милліарда куб. ф. пошло на желѣзные и стальные заводы, 18,7 милліарда на стекляные заводы, 262 милліарда на другія промышленныя предпріятія, 62,5 милліарда на отопленіе комнатныхъ и кухонныхъ печей и 37,5 милліарда на добычу и перегонку нефти. Это количество газа замѣняетъ собою приблизительно 18 милліон. тоннъ каменнаго угля. Апшеронскій полуостровъ имѣетъ богатѣйшіе въ мірѣ источники подземнаго газа, но ими до сихъ поръ мало пользуются.

въ одномъ изъ регенераторовъ, нагрѣваютъ стеклоплавильные горшки и уходятъ частью во второй регенераторъ (для его нагрѣванія), частью же нагнетаются паровымъ инжекторомъ подъ рѣшетку генератора, въ которомъ происходитъ возстановленіе угольнаго ангидрида, содер-



Фиг. 274.

жащагося въ продуктахъ горѣнія, въ окись углерода на счетъ каменнаго угля и теплоты, содержащейся въ названныхъ продуктахъ горѣнія [1]).

Вотъ для примѣра составъ получаемаго при этомъ углекислаго генераторнаго газа:

Угольный ангидридъ	4,0
Кислородъ	0,0
Окись углерода	27,0
Водородъ	8,0
Углеводороды	4,0
Азотъ	57,0
	100,00 об.

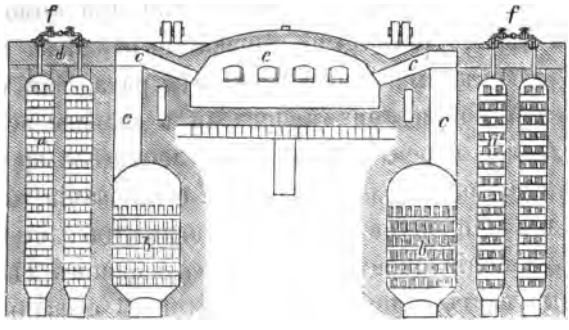
Стеклоплавильныя печи, отапливаемыя нефтью или нефтяными остатками, принадлежатъ къ типу регенеративныхъ печей, и въ нихъ нефть передъ сжиганіемъ превращается въ газъ. Регенеративныя печи съ нефтянымъ отопленіемъ для металлургическихъ цѣлей были въ первый разъ предложены *Мартеномъ* (Martin, 1869) и примѣнены къ стеклянному производству *А. К. Крупскимъ* (1885) и *Малышевымъ* (1891).

Печь *Малышева* (фиг. 275) имѣетъ съ каждой стороны два генератора, или точнѣе двѣ кирпичныя камеры (реторты), выполненныя кирпичами, сложенными въ клѣтку *a*, и по одному воздушному регенератору *b*. Нефть притекаетъ въ одинъ изъ разогрѣтыхъ генераторовъ *a*, гдѣ она, проходя черезъ раскаленные кирпичи, превращается въ газъ, при чемъ кирпичи покрываются слоемъ кокса, образующагося вслѣдствіе разложенія жидкаго топлива. Когда промежутки между

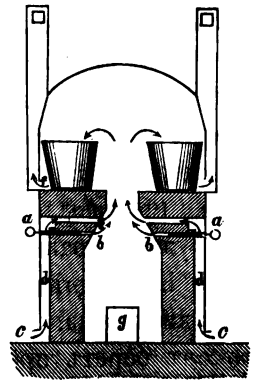
[1]) Пользуюсь случаемъ замѣтить, что возстановленіе угольнаго ангидрида продуктовъ горѣнія въ окись углерода указаннымъ путемъ было въ первый разъ предложено нашимъ соотечественникомъ *Лебедевымъ* (1878).

кирпичами забьются коксомъ, то въ этотъ регенераторъ пропускаютъ струю воздуха, и весь коксъ сгораетъ. Притокъ нефти въ генераторы регулируется краномъ. На приготовленіе одной части стекла печь расходуетъ 0,32 ч. нефтяныхъ остатковъ.

Простѣйшій представитель стеклоплавильныхъ печей, нагрѣваемыхъ подземнымъ горючимъ газомъ, представленъ на фиг. 276. Газъ изъ газгольдера приводится трубой *a* (діаметръ 0,055—0,060 м.), идущей вдоль стѣнокъ печи; отъ этой трубы отвѣтвляются трубы съ меньшимъ діаметромъ (приблиз. 0,01 м.), черезъ которыя газъ поступаетъ



Фиг. 275.



Фиг. 276.

въ нагрѣвательное пространство черезъ щели *b*, продырявленныя въ фундаментѣ печи. Воздухъ притекаетъ при *c*, подымается по каналу *d* и поступаетъ въ нагрѣвательное пространство надъ отверстіемъ для входа газа. Здѣсь газъ воспламеняется, и образовавшееся пламя направляется въ нагрѣвательное пространство печи; продукты горѣнія уходятъ черезъ отверстіе въ вытяжныя трубы.

Варка стекла. Горшки изъ обжигательной печи сильно нагрѣтые вставляютъ въ печь и выжидаютъ то время, когда температура горшковъ и во всѣхъ частяхъ печи не сравняется, послѣ чего приступаютъ къ наполненію горшковъ стеклянной смѣсью свѣжею или фриттованною.

Если горшки не были еще въ употребленіи, то ихъ предварительно обтапливаютъ, т. е. расплавляютъ въ нихъ стеклянный бой и пропитываютъ или покрываютъ имъ дно и стѣнки, чтобы тѣмъ предохранить горшки отъ быстраго разъѣданія щелочами стеклянной смѣси. Стеклянную смѣсь, поперемѣнно съ стекляннымъ боемъ, помѣщаютъ въ горшки при помощи совковъ или лопатъ, при чемъ ее вкладываютъ не всю вдругъ въ горшки, а обыкновенно въ три — четыре пріема, такъ-какъ она вспучивается, въ особенности не фриттованная. Когда засыпь сдѣлана, усиливаютъ огонь, вслѣдствіе чего наступаетъ *обра-*

зованіе стекла, состоящее въ соединеніи кремнезема съ основаніями, при чемъ происходитъ выдѣленіе угольнаго ангидрида при употребленіи углекислыхъ солей, а также сѣрнистаго ангидрида и окиси углерода при употребленіи сульфата. Когда образованіе стекла окончено, тогда плавъ дѣлается спокойнымъ, но онъ еще далеко не чистъ, не однороденъ. Для того, чтобы удалить газы и чтобы заставить нечистоты всплыть на поверхность или осѣсть на дно и чтобы составу придать однородность,—стараются стекло сдѣлать возможно жидкимъ, возвышая температуру до 1200°—1250°. Этотъ второй періодъ варки стекла, извѣстный подъ названіемъ *очищенія* или *провара*, сопровождается вскипаніемъ плава отъ выдѣленія пузырьковъ газовъ. Послѣ окончанія выдѣленія газовъ, стекло перемѣшиваютъ или при помощи черпальныхъ ковшей, или тѣмъ, что на дно горшка погружаютъ при помощи желѣзной палки кусокъ мышьяковистаго ангидрида или сыраго дерева, картофель и т. п.; при этомъ происходитъ сильное вскипаніе, производящее желаемое перемѣшиваніе. Въ послѣднее время, какъ уже сказано выше, предложено для ускоренія образованія, очищенія и обезцвѣчиванія стекла пропускъ черезъ расплавленное стекло струи кислорода. Конецъ очищенія опредѣляется плавильщикомъ тѣмъ, что онъ беретъ пробы, выдуваетъ порцію стекла въ тонкій стеклянный шаръ и испытываетъ его свойства, держа по направленію къ свѣту. Если пробы окажутся чистыми, т. е. въ стеклѣ не будетъ полосъ, крупинокъ и пузырьковъ, то стекло готово, проварено, и его слѣдуетъ медленно охладить до температуры 700°—800°, чтобы придать ему вязкость, необходимую для переработки стекла въ различные предметы, годные для непосредственнаго употребленія. Эта послѣдняя операція извѣстна подъ названіемъ *студки стекла*.

Если въ составѣ стекляной смѣси находились хлористыя соединенія или сѣрнокислыя соли, или другія тѣла, которыя не могли взойти въ составъ стекла, то они при варкѣ частью отсѣдаютъ на дно горшковъ, большею же частью всплываютъ на поверхность расплавленнаго стекла и образуютъ *стеклянную пѣну* (*хальмозъ*), которую снимаютъ продырявленными желѣзными ложками или желѣзными гребнями. Эту операцію сниманія пѣны производятъ обыкновенно два раза: послѣ образованія стекла и послѣ провара передъ самой выработкой стекла. Иногда же одинъ разъ, а именно передъ выработкой, что представляетъ экономію въ стеклѣ.

Пѣна эта (судя по анализамъ Girardin'a, 1846) состоитъ главнымъ образомъ изъ сѣрнонатріевой и сѣрнокальціевой солей съ примѣсью другихъ составныхъ частей стекла и можетъ быть употребляема для приготовленія стекляной смѣси.

Стеклянная пѣна содержитъ въ 100 частяхъ:

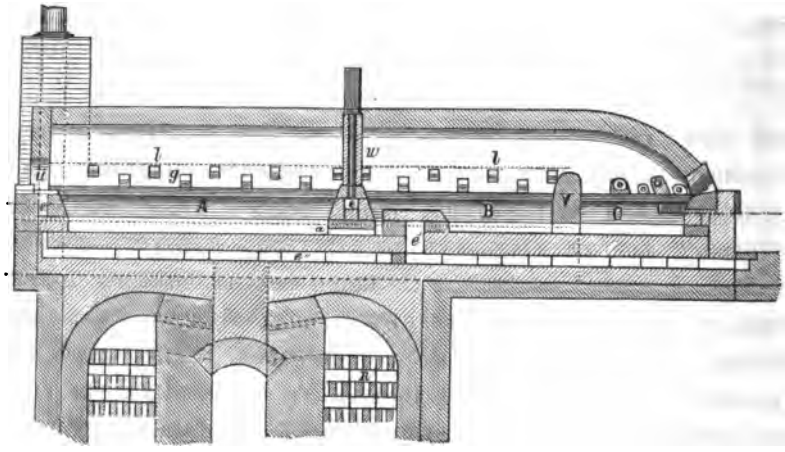
	Оконнаго стекла.	Бѣлаго дутаго стекла.	Бутылочнаго стекла.
H_2O	1,65	0,10	1,0
Na_2SO_4	83,32	90,51	55,92
$CaSO_4$	10,35	6,00	25,11
NaCl	1,43	0,04	0,20
Стекла, песку, глины и пр.	3,35	3,35	17,77

Всѣ выше описанныя операціи, а именно измельченіе первоначальныхъ матеріаловъ, надлежащее ихъ смѣшеніе, сплавленіе ихъ при достаточно высокой температурѣ, равно какъ и отвѣшиваніе составныхъ частей смѣси въ должныхъ количествахъ слѣдуетъ производить съ надлежащею тщательностью и согласно опредѣленнымъ правиламъ, такъ-какъ въ противномъ случаѣ стекло получится съ *пороками*. Ненадлежащая варка при недостаточно высокой температурѣ можетъ вызвать неполное сплавленіе нѣкоторыхъ изъ составныхъ частей смѣси (кварцъ, глиноземъ отъ горшковъ, хальмозъ), которыя останутся тогда въ стеклѣ въ видѣ крупинокъ болѣе или менѣе значительной величины (*крупка*, *камень*, *пѣнка*), а также неполное выдѣленіе изъ стекла газовъ (*пузырьки*, *мушки*); неполное перемѣшиваніе расплавленнаго стекла можетъ вызвать волнистость и слоистость стекла (*свиль*); ненадлежащій составъ смѣси —разстекленіе (*рухъ*) и легкую измѣняемость на воздухѣ (*потѣніе*, *радужность*).

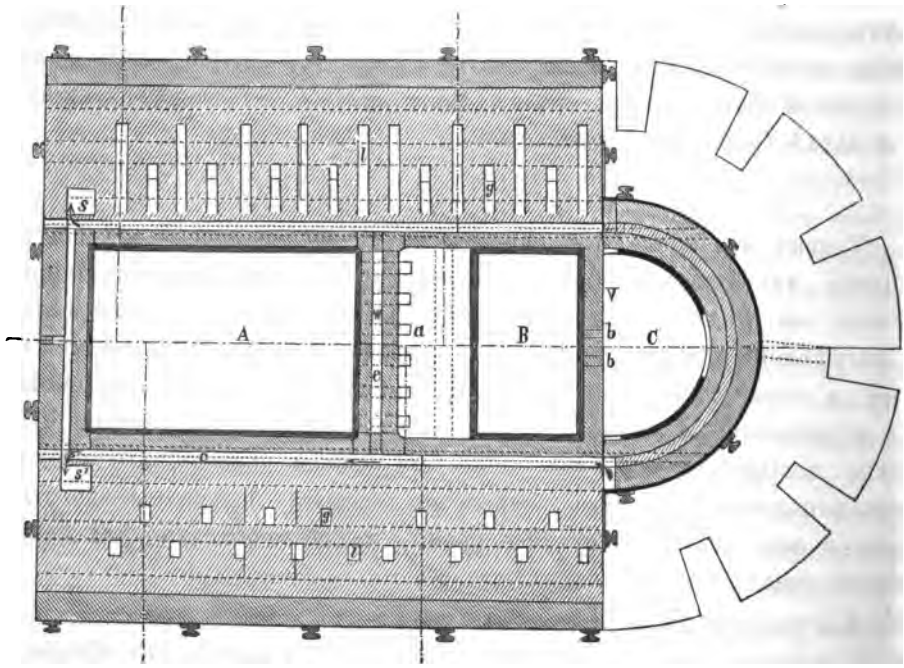
Только-что описанный способъ варки стекла далекъ отъ совершенства, такъ-какъ требуетъ значительно бо́льшаго противъ теоріи расхода на топливо, что обусловливается безполезной тратой тепла на нагрѣваніе самыхъ горшковъ и свободныхъ промежутковъ между ними, а также тѣмъ, что описанный способъ не есть непрерывный. Для образованія и провара стекла температура печи должна быть сильно повышена, а затѣмъ для переработки полученнаго стекла вновь понижена, при чемъ безполезно теряется большое количество тепла, и печь бездѣйствуетъ все время, какое необходимо для переработки стекла въ издѣлія.

Для устраненія недостатковъ горшковыхъ стеклоплавильныхъ печей было сдѣлано много предложеній, но только *Сименсу* (Fr. Siemens, 1870) удалось вполнѣ удачно разрѣшить эту задачу своей непрерывнодѣйствующей стеклоплавильной печью съ ванной, которая получила широкое примѣненіе для приготовленія бутылочнаго, а также болѣе высокихъ сортовъ стекла. Печь эта представлена на фиг. 277—279. Она принадлежитъ къ числу регенеративныхъ печей. Ванна располо-

жена поверхъ 4-хъ регенераторовъ и представляетъ продолговатый прямоугольный ящикъ, закругленный на одномъ концѣ и раздѣленный перегородками на три отдѣленія *A*, *B* и *C*. Сверху ванна покрыта



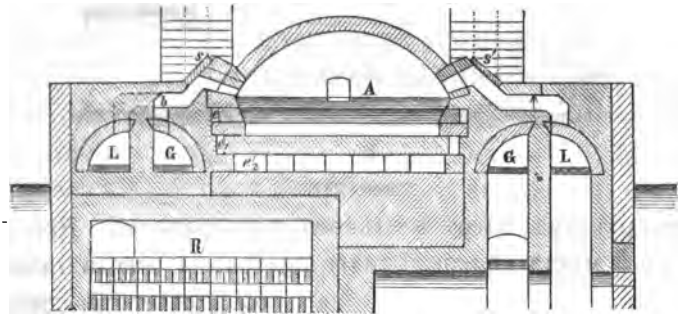
Фиг. 277.



Фиг. 278.

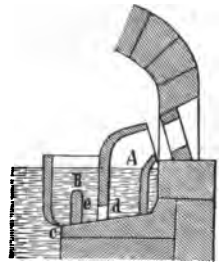
сводомъ. Стекляная смѣсь непрерывно небольшими порціями закидывается черезъ отверстіе въ отдѣленіе *A*, въ которомъ происходитъ образованіе стекла; образовавшееся стекло проходитъ черезъ каналъцы *aa* въ отдѣленіе *B*, въ которомъ происходитъ провариъ и освѣтленіе

стекла, а отсюда стекло, уже совершенно готовое къ работѣ, идетъ канальцами *bb* (фиг. 278) въ отдѣленіе *C* для выработки черезъ рабочія отверстія. Газъ и воздухъ изъ генераторовъ поступаютъ въ нагрѣвательное пространство отверстія *ll* (воздухъ) и *gg* (газъ) то съ одной, то съ другой стороны печи. Отверстія эти расположены вдоль всей ванны и отсутствуютъ только въ рабочемъ отдѣленіи *C*. Послѣднее, нагрѣваясь только теплотой сосѣднихъ отдѣленій, имѣетъ относительно низкую температуру, вслѣдствіе чего здѣсь и происходитъ студка стекла. Подъ ванны, боковыя ея стѣнки, порогъ и перегородка предохранены отъ разрушительнаго дѣйствія жара и стекла особенными системами охладительныхъ каналовъ *e*, *e'* и *e''*, циркуляція холоднаго



Фиг. 279.

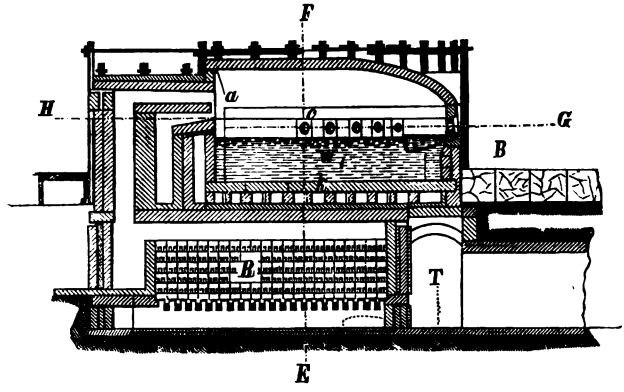
воздуха въ которыхъ поддерживается трубами *s* и *s'* (фиг. 279). Газъ и воздухъ въ этой печи поступаютъ изъ регенераторовъ не прямо въ плавильное пространство, но идутъ сначала вертикальными шахтами въ горизонтальные каналы *G* и *L* и уже отсюда распредѣляются каналами *gg* и *ll* по протяженію всей ванны. Главный недостатокъ описанной печи — непрочность промежуточныхъ стѣнокъ, вслѣдствіе трудности правильно регулировать ихъ охлажденіе: если воздухъ въ охлаждающихъ каналахъ циркулируетъ слишкомъ быстро, то стекло въ узкихъ протокахъ и канальцахъ затвердѣваетъ; если же движеніе воздуха въ этихъ капалахъ слишкомъ медленно, то очень скоро портятся перегородки. Въ виду этого обстоятельства *Сименсъ* рѣшился совершенно уничтожить въ ваннѣ перегородки и помѣщать передъ рабочими отверстіями подвижные (1876 г.) или неподвижные (1884 г.) кранты особеннаго устройства. Такой неподвижный крантъ представленъ на фиг. 280. Онъ установленъ передъ рабочимъ отверстіемъ на особенныхъ выступахъ и болѣе чѣмъ на половину погруженъ въ стекло. Не вполнѣ очищенное стекло поступаетъ черезъ щель *c*



Фиг. 280.

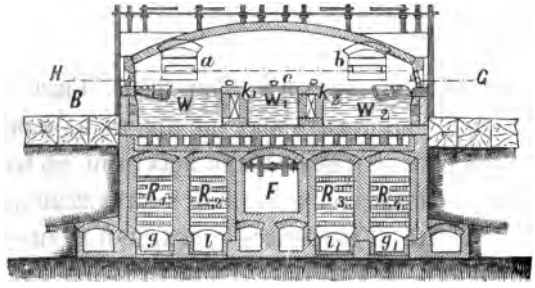
въ отдѣленіе B, переливается черезъ перегородку e и пропикаетъ въ отдѣленіе A уже очищеннымъ и вполнѣ готовымъ для выработки.

Такая печь Сименса безъ перегородокъ съ тремя ваннами, изъ которыхъ въ каждой можетъ быть приготовляемо стекло различнаго сорта, представлена на фиг. 281—283. W, W_1, W_2—ванны, размѣщен-



Фиг. 281.

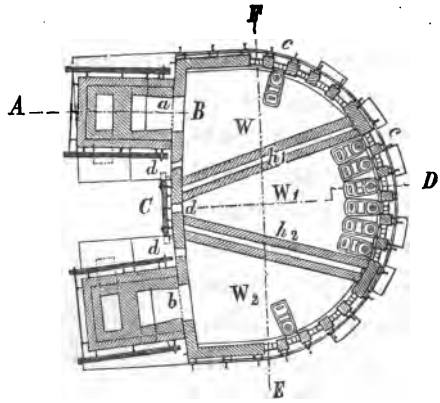
ныя въ полукругломъ нагрѣвательномъ пространствѣ. R_1—R_4—регенераторы; a и b мѣста поперемѣннаго притока и отвода газовъ; cc рабочія отверстія, передъ которыми установлены неподвижные кранты, охлаждаемые воздушными каналами.



Фиг. 282.

Размѣръ, который придаютъ ваннамъ, весьма различенъ. Встрѣчаются колоссальныя ванны (въ Бельгіи, Америкѣ) вмѣщающія болѣе 100000 кгр. стекла.

Кромѣ печей-ваннъ Сименса, примѣняется печь-ванна *Незе*, устроенная на принципѣ его стеклоплавильной горшковой печи, о которой сказано выше.



Фиг. 283.

Выработка стекла. Стекло, полученное вышеуказаннымъ образомъ, превращаютъ въ предметы, годные къ употребленію четырьмя различными способами: 1) выдуваніемъ, 2) литьемъ, 3) прессованіемъ и 4) вытягиваніемъ.

Выработка стекла выдуваніемъ. Почти всѣ стеклянныя издѣлія могутъ быть изготовляемы выдуваніемъ ртомъ при помощи очень простаго прибора, такъ называемой выдувальной трубки (фиг. 284). Она дѣлается изъ кованнаго желѣза, толщиною около 2 см., длиною отъ 1 до 1,5 м., смотря по величинѣ выдуваемаго предмета; внутренній діаметръ трубки около 0,75—1,0 см. Одинъ конецъ трубки—*мундштукъ*—хорошо отшлифованъ, чтобы его легко можно было вращать между губами, другой—(*b*), которымъ набирается стекло изъ

Фиг. 284.

горшка, утолщенъ, что дѣлается частью для того, что бы на немъ удерживалось больше стекла, частью потому, что въ этомъ мѣстѣ трубка скоро изнашивается. На желѣзную трубку надѣта деревянная трубка, служащая рукояткой [1]).

Формированіе предмета начинается съ набора расплавленнаго стекла на трубку. Для этой цѣли конецъ (*b*) трубки нагрѣваютъ и затѣмъ погружаютъ въ расплавленное стекло при постоянномъ вращеніи трубки, вслѣдствіе чего къ трубкѣ пристаетъ опредѣленное количество стекла. Погруженіе трубки въ стекло слѣдуетъ производить съ осторожностью, такъ-какъ даже послѣ очищенія въ стеклѣ подымаются пузырьки газовъ, въ особенности около стѣнокъ горшковъ. Въ виду этого на поверхность стекла кладутъ кольцо изъ огнеупорной глины (*крантъ*) и набираютъ стекло только изъ середины кольца. Работникъ опредѣляетъ частью глазомъ, частью по тяжести трубки, взялъ-ли онъ количество стекла, необходимое для изготовляемаго предмета. При выдуваніи большихъ предметовъ, требующихъ много стекла, трубку вынимаютъ изъ печи для того, чтобы первая порція стекла остыла, а потомъ вновь погружаютъ трубку въ расплавленное стекло. Эту операцію повторяютъ до тѣхъ поръ, пока не соберется на трубкѣ достаточное количество стекла. Послѣ каждаго набора, стекло сглаживаютъ около головки трубки и закругляютъ или при помощи желѣзной гладилки (фиг. 285), или деревяннымъ ковшикомъ (*долокъ*, фиг. 286), смоченнымъ водой. Для того, чтобы

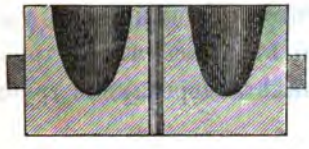
Фиг. 285.

Фиг. 286.

[1]) Предложено никкелировать концы выдувальныхъ трубокъ, что устраняетъ загрязненіе стекла желѣзной окалиной.

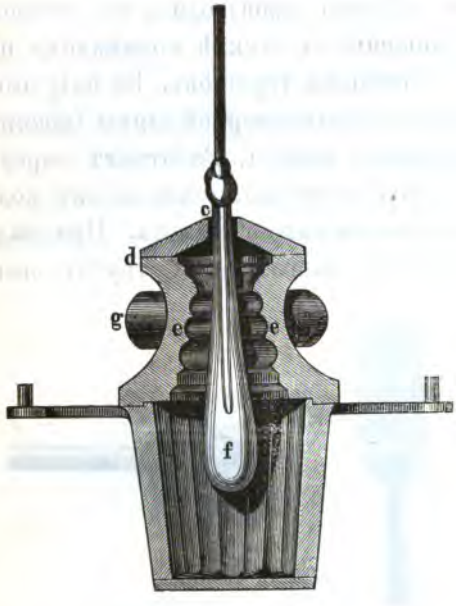
отверстіе трубки при набираніи стекла не закрылось, сначала взятое стекло немного выдуваютъ. Количество стекла, набранное на трубку и достаточное для образованія предмета, называется *баночкой* или *пулькой*. Изъ нея затѣмъ выдуваютъ предметъ соотвѣтственной формы, вращая трубку и держа ее то вертикально, то горизонтально, то наклонно. Кромѣ того, для приданія предмету надлежащей формы пользуются клещами и формовальными орудіями, а для поддержанія руки — стуломъ.

Для облегченія и ускоренія работы при выдуваніи предметовъ употребляютъ формы, которыя изготовляются или изъ одной части, или изъ нѣсколькихъ (складныя формы фиг. 287 — 291) и дѣлаются изъ дерева, чугуна, глины или латуни. Латунныя формы считаются наилучшими, хотя самыми дорогими. При выдуваніи въ формахъ рабочій помѣщаетъ пульку въ форму и при постоянномъ вращеніи (если это допускаетъ форма) выдуваетъ предметъ.

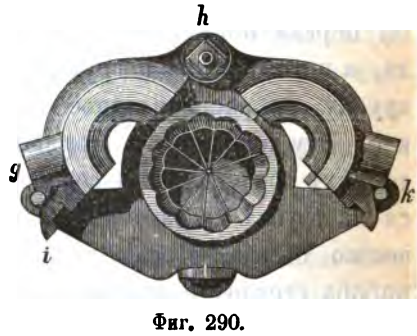


Фиг. 287.

Фиг. 288.



Фиг. 289.



Фиг. 290.

Для сбереженія легкихъ рабочихъ при выдуваніи большихъ предметовъ для раздуванія могутъ быть употребляемы мѣха. При выдуваніи большихъ предметовъ отъ руки, напр. сулей для сѣрной кислоты

и т. п. рабочій сберегаетъ свои легкія тѣмъ, что онъ въ первоначально произведенную посредствомъ выдуванія полость вводитъ ртомъ черезъ трубку небольшое количество воды, послѣ того какъ стекло будетъ сильно нагрѣто, и потомъ закрываетъ отверстіе трубки большимъ пальцемъ или языкомъ. Вода превращается въ паръ и производитъ расширеніе стекла совершенно равномѣрно. Но и при употребленіи этихъ пріемовъ, выдуваніе въ особенности большихъ предметовъ является очень тяжелой работой; въ виду этого, полнаго вниманія заслуживаетъ предложеніе *Аппера* (Appert, 1883) употреблять сжатый воздухъ для выдуванія. Способъ этотъ, получившій примѣненіе, состоитъ въ томъ, что въ объемистомъ металлическомъ резервуарѣ при помощи нагнетательныхъ насосовъ накачивается воздухъ подъ давленіемъ 2 — 4 атмосферъ (смотря по роду изготовляемыхъ предметовъ), который затѣмъ распредѣляется по мастерской помощью желѣзныхъ трубъ на подобіе свѣтильнаго газа. У каждаго рабочаго стола есть кранъ, къ которому можетъ быть присоединена „трубка“ съ выдуваемымъ предметомъ при помощи приспособленія, дающаго возможность вращать трубку въ любомъ положеніи.

Фиг. 291.

При выдуваніи работнику часто приходится разогрѣвать выдуваемый предметъ, а потому рабочія отверстія стеклоплавильныхъ печей имѣютъ обыкновенно такой діаметръ, что въ нихъ могутъ удобно проходить самые большіе изготовляемые предметы. Но если должны быть приготовляемы небольшіе предметы, то отверстія закрываютъ отчасти кольцеобразными плитами (*хомутами*). При плавленіи въ закрытыхъ горшкахъ возлѣ рабочихъ отверстій дѣлаютъ другія отверстія соотвѣтственныхъ размѣровъ для разогрѣванія выдуваемаго стекла. Въ эти отверстія, при переработкѣ свинцовыхъ стеколъ, вмазываютъ въ наклонномъ положеніи стеклоплавильные горшки отверстіями наружу, такъ-какъ свинцовое стекло легко становится мутнымъ при нагрѣваніи его на голомъ огнѣ.

Когда предметъ выдутъ, его отдѣляютъ отъ трубки и оканчиваютъ верхнюю часть его. Отдѣленіе предмета отъ трубки производится тѣмъ, что работникъ обмакиваетъ желѣзко въ водѣ и дотрогивается имъ до того мѣста, въ которомъ желаютъ отдѣлить предметъ. Происходящее отъ этого охлажденіе или сжатіе стекла производитъ обыкновенно совершенно правильную круговую трещину, и достаточно легкаго удара по трубкѣ, чтобы окончить отдѣленіе, если бы суще-

ствовала еще связь. Для того, чтобы предметъ, отдѣленный отъ трубки, принять и окончить верхнюю часть его, или чтобы помѣстить его въ каленицу, т. е. въ печь для медленнаго охлажденія, существуютъ различные пріемы. Если предметъ не нуждается въ дальнѣйшей обработкѣ, то онъ принимается и относится посредствомъ полуцилиндрической лопатки и вилки. Когда же верхняя часть предмета должна быть еще отдѣлена, тогда его укрѣпляютъ или на *понтіи*, или защемляютъ въ *хватахъ*.

Понтія есть желѣзный прутъ, имѣющій длину выдувальной трубки и маленькую головку на концѣ. На эту головку набираютъ стекло и прикрѣпляютъ имъ понтію къ нижней части предмета (фиг. 292). Когда верхняя часть предмета закончена и предметъ нужно помѣстить въ калильную печь, онъ снова отдѣляется посредствомъ удара отъ понтіи, при чемъ однако мѣсто прикрѣпленія остается виднымъ и обыкновенно имѣетъ острые края, что считается недостаткомъ. Весьма часто это мѣсто потомъ шлифуется, чтобы сгладить неровности и оставшееся стекло. Устройство хватокъ понятно изъ рис. 293. Такія хватки устраняютъ образованіе мѣста прикрѣпленія къ понтіи.

Фиг. 292.

Фиг. 293.

Предметъ послѣ выдуванія очень горячъ и потому по вышеприведеннымъ основаніямъ долженъ быть старательно и медленно охлажденъ. Для этого его ставятъ въ нагрѣтое пространство, которое вмѣстѣ съ нимъ постоянно охлаждается. Для охлажденія дутаго стекла служатъ или калильные горшки или печи (каленицы) періодическаго или непрерывнаго дѣйствія.

Калильные горшки бываютъ обыкновенно цилиндрическіе и сдѣланы изъ обыкновенной глины (иногда изъ жести); ихъ разогрѣваютъ, ставятъ около стеклоплавильной печи и наполняютъ горячими издѣліями, а затѣмъ закрываютъ крышками и даютъ медленно остыть.

Калильныя печи періодическаго дѣйствія строятъ изъ кирпичей, и онѣ представляютъ обыкновенныя пламенныя печи съ низкимъ сводомъ, которыя часто нагрѣваютъ тепломъ, отходящимъ отъ стеклоплавильныхъ печей. Нагрѣтую до опредѣленной температуры печь наполняютъ горячими выдутыми предметами, замазываютъ и даютъ ей медленно остыть.

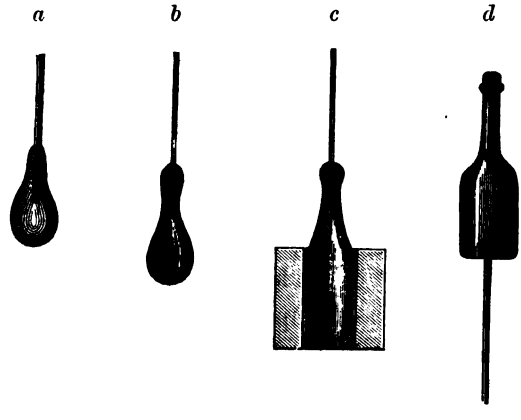
Каленицы съ непрерывнымъ дѣйствіемъ устраиваютъ различнымъ образомъ и могутъ быть раздѣлены на два типа—*канальныя* и *кольцевыя*. *Канальныя каленицы* имѣютъ видъ длиннаго канала съ задвиж-

ками на концахъ, въ которомъ движется по рельсамъ въ одномъ направленіи непрерывная цѣпь вагончиковъ. Близъ одного конца канала устраивается топка, служащая для нагрѣванія каленицы. Горячіе только-что изготовленные предметы кладутся черезъ устье въ стѣнкахъ топочной части въ находящійся тамъ вагончикъ, и когда онъ наполнится, цѣпь вагоновъ двигается впередъ настолько, чтобы мѣсто нагруженнаго вагончика занялъ мѣсто слѣдующій пустой и т. д. По мѣрѣ удаленія нагруженныхъ вагончиковъ отъ топки, предметы мало по малу остываютъ и выходятъ изъ канала достаточно охлажденными.

Кольцевыя каленицы снабжены вращающимся круглымъ подомъ, въ одной части котораго находится газовая топка; туда черезъ устье грузятъ предметы на подъ, который, медленно двигаясь, приноситъ ихъ къ устью на другой сторонѣ, откуда они и вынимаются, успѣвъ достаточно остыть на пути.

Послѣ этихъ общихъ замѣчаній познакомимся ближе съ приготовленіемъ полаго и листоваго стекла выдуваніемъ.

Хорошимъ примѣромъ полученія полаго стекла выдуваніемъ можетъ служить фабрикація бутылокъ. Рабочій прежде всего образуетъ на концѣ трубки пульку, затѣмъ, послѣ разогрѣванія, поворачиваніемъ и одновременнымъ выдуваніемъ придаетъ ей форму длинношейной колбы (фиг. 294, b). Разогрѣвши вторично полученную колбу, рабочій

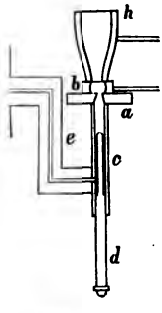


Фиг. 294.

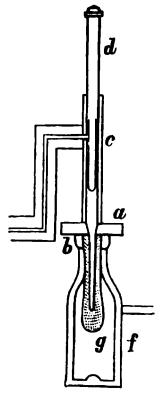
маятникообразнымъ качаніемъ нѣсколько удлиняетъ ее и потомъ вставляетъ ее въ деревянную или глиняную форму (фиг. 294, c), при чемъ онъ равномѣрно сильно вдуваетъ въ трубку и вращаетъ ее около ея оси, послѣ чего выдутый предметъ получаетъ форму бутылки (фиг. 294, c), у которой недостаетъ только дна и мундштука (горлышка). Чтобы образовать дно, рабочій въ третій разъ разогрѣваетъ выдуваемый предметъ, но на этотъ разъ только нижнюю часть его, а мальчикъ прикрѣпляетъ

къ нижней части бутылки понтію и вдавливаетъ ее внутрь (фиг. 294, d). Послѣ этого бутылку отдѣляютъ отъ трубки и, держа за понтію, приступаютъ къ образованію мундштука. Для этой цѣли верхнюю часть бутылки нагрѣваютъ, затѣмъ обкладываютъ около горлышка стеклянное колечко и оплавляютъ отверстіе бутылки и одновременно также наложенное колечко. Затѣмъ бутылку на понтіи относятъ въ калильные горшки или печи и легкимъ ударомъ отдѣляютъ понтію отъ бутылки. Описаннымъ способомъ, впрочемъ, въ настоящее время рѣдко приготовляютъ бутылки. Выдуваніе производится обыкновенно въ латунныхъ складныхъ формахъ, изъ которыхъ бутылки выходятъ уже съ готовымъ дномъ. Бутылку послѣ отдѣленія отъ трубки принимаютъ не на понтію, а въ хватки, а мундштукъ образуютъ при помощи особеннаго приспособленія, чѣмъ значительно облегчается производство бутылокъ.

Еще проще приготовленіе бутылокъ *машиннымъ способомъ* (способъ Aschley, 1888). Для этой цѣли употребляютъ станокъ съ подвижной металлической пластинкой *a* (фиг. 295), снабженной по серединѣ отверстіемъ; на пластинкѣ сверху укрѣплена складная формочка *b* для мундштука бутылки (съ двумя ручками на подобіе клещей), а снизу цилиндръ *c* съ выдвижнымъ шипомъ *d*, соединеннымъ трубкой *e* съ резервуаромъ, содержащимъ сжатый воздухъ. Формовку производятъ такъ: рабочій укрѣпляетъ на формочкѣ *b* открытую сверху воронкообразную складную временную форму *h* для корпуса бутылки и кладетъ въ эту форму съ трубки комокъ тѣстообразнаго стекла до опредѣленной мѣтки; стекло это тотчасъ-же проникаетъ въ мундштучную форму и въ это время другой рабочій однимъ ударомъ вдвигаетъ въ цилиндръ *c* шипъ *d*, который формуетъ такимъ образомъ бутылочный мундштукъ и вмѣстѣ съ тѣмъ прокладываетъ въ стеклянной массѣ каналъ для вдуванія воздуха. Затѣмъ пластинку быстро переворачиваютъ (фиг. 296), снимаютъ временную форму, захватываютъ вытягивающееся внизъ стекло *g*, въ настоящую складную форму, выдергиваютъ шипъ *d* и пускаютъ въ образовавшійся каналъ сжатый воздухъ, раздувающій стекло до заполненія формы, послѣ чего форму разнимаютъ и обдуваютъ снизу мягкую еще бутылку струею холоднаго воздуха до ея отвердѣнія; тогда разнимаютъ мундштучную форму, и бутылка падаетъ на безконечное полотно изъ металлической сѣтки, доставляющее ее въ кале-



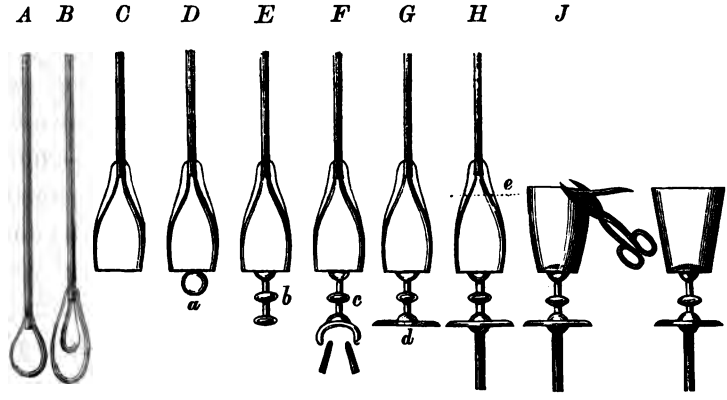
Фиг. 295.



Фиг. 296.

ницу. Процессъ формовки длится 20 — 22 секундъ. Всѣ указанныя манипуляціи могутъ быть произведены также механическимъ путемъ автоматически, что еще ускоряетъ дѣло.

Какъ примѣръ полученія болѣе сложнаго полаго предмета выдуваніемъ, можетъ служить полученіе рюмки (фиг. 297). Пулька (*A*), будучи нѣсколько выдута, какъ въ (*B*), накладывается на плиту, и получается форма (*C*). Къ ней приставляютъ шарикъ *a* (*D*) и изъ него при помощи вращенія предмета и помощью щипцовъ образуютъ часть *b* (*E*). Затѣмъ выдуваютъ при помощи другой трубки полый шаръ съ толстыми стѣнками, который приставляютъ къ *c* (*F*) и отдѣляютъ отъ трубки. Нагрѣтые края шара (какъ показано на фиг. *F*) раскрываютъ при посредствѣ щипцовъ и трубку приводятъ во вращательное движе-



Фиг. 297.

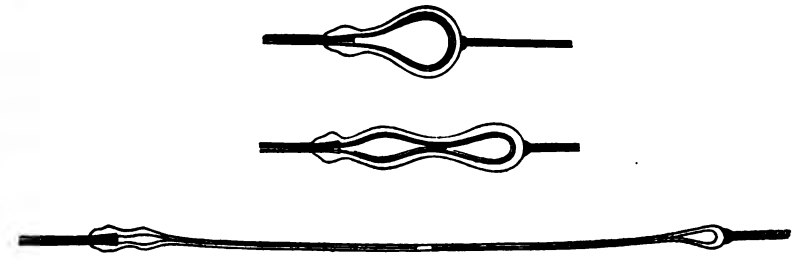
ніе до тѣхъ поръ, пока не произойдетъ фиг. (*G*). Потомъ при *d* (*H*) приставляютъ понтію и отдѣляютъ предметъ отъ трубки; края предмета размягчаютъ и, какъ показываетъ (*J*), обрѣзываютъ при помощи ножницъ; наконецъ, верхнюю часть предмета расширяютъ нагрѣтымъ желѣзкомъ и получаютъ готовую рюмку, которую относятъ въ калеиицу. Вмѣсто понтіи также употребляютъ хватки.

Не только полое стекло, каковы—бутылки, колбы, цилиндры, стаканы и т. д.— приготовляется выдуваніемъ, но этимъ способомъ могутъ быть приготовлены трубки и листовое стекло (оконное и зеркальное).

Для приготовленія трубокъ работникъ выдуваетъ на концѣ трубки пульку, которой придаетъ діаметръ и толщину сообразно калибру трубки. Другой работникъ укрѣпляетъ къ пулькѣ понтію и потомъ работники быстро расходятся: тогда пулька вытянется въ трубку (фиг. 298).

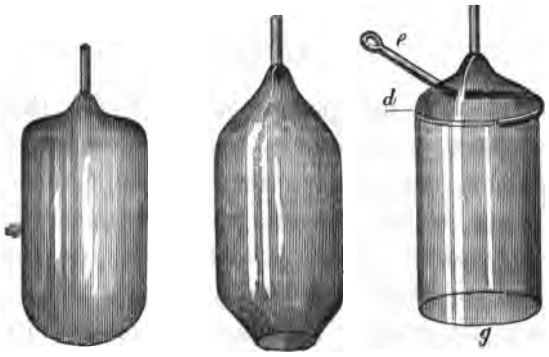
Листовое стекло выдуваніемъ приготовляется двумя способами: или выдуваніемъ цилиндровъ (холявъ) или круговъ (лунное стекло).

При приготовленіи *листового стекла выдуваніемъ холявъ* — работникъ въ два или три пріема набираетъ на конецъ трубки необходимое количество стекла и выдуваетъ сначала пульку, а затѣмъ ци-



Фиг. 298.

линдръ, имѣющій форму, показанную на фиг. 299, и длину до 1 м. и болѣе. Затѣмъ раскрываетъ цилиндръ тѣмъ, что вдуваетъ возможно болѣе воздуха, закрываетъ отверстіе трубки пальцемъ и нагрѣваетъ нижнюю часть холявы. Между тѣмъ какъ послѣдняя размягчается, воздухъ въ холявѣ расширяется, вслѣдствіе чего размягченное стекло растягивается и наконецъ лопаетъ. Если при этомъ произойдутъ очень неровные края, то ихъ обрѣзываютъ ножницами. Полученное такимъ образомъ отверстіе расширяютъ посредствомъ быстраго кругового вращенія въ рабочемъ отверстіи печи до тѣхъ поръ, пока нижній діаметръ не будетъ равенъ верхнему (фиг. 300 и 301). Изготовленную

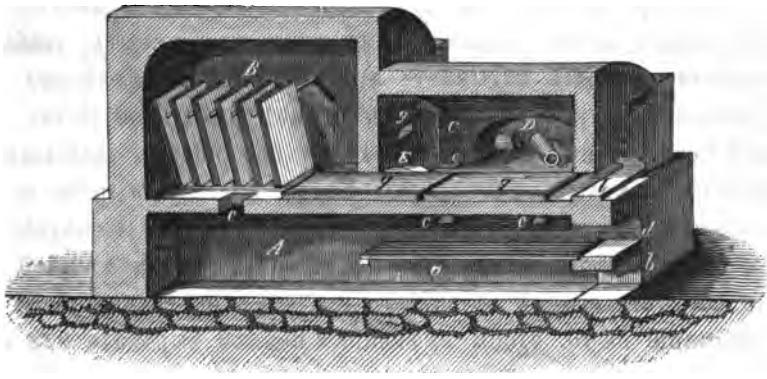


Фиг. 299. Фиг. 300. Фиг. 301.

холяву обыкновеннымъ способомъ отдѣляютъ отъ трубки (желѣзкомъ, алмазомъ или рѣзцомъ изъ закаленной стали[1]), отдѣляютъ колпакъ, раскалываютъ цилиндръ въ продольномъ направленіи и затѣмъ раз-

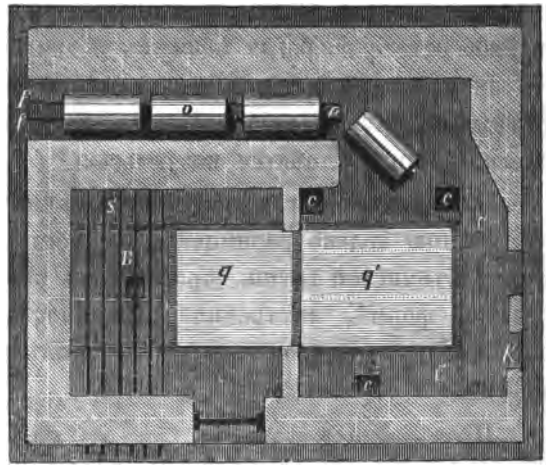
[1]) Рѣзецъ этотъ состоитъ изъ рукоятки, на концѣ которой укрѣплено небольшое (3 мм. въ діаметрѣ) колесо, вращающееся на оси. Колесо это сдѣлано изъ твердой стали и имѣетъ заостренные края. Подобный рѣзецъ придуманъ въ 1859 году и съ успѣхомъ замѣняетъ алмазъ при рѣзкѣ стекла.

вертываютъ въ правильной печи, представленной на фиг. 302 — 304. Печь эта состоитъ изъ двухъ отдѣленій—собственно правильнаго (*C*),

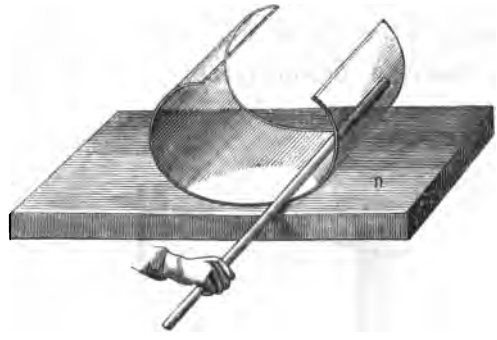


Фиг. 302.

и калильнаго (*B*). Расколотыя холявы накладываются въ трубу правильной печи на желѣзныя полосы *ff*. Когда печь накалена надлежащимъ образомъ, правильная лава *q'* очищена и холявы нагрѣты,— тогда работникъ беретъ ту, которая всего ближе къ отдѣленію *C* и помѣщаетъ ее на лаву *q'*. Между тѣмъ помощникъ сдвигаетъ всѣ находящіяся въ трубѣ правильной печи холявы впередъ, а въ передній конецъ ея накладываетъ новую холяву. Какъ только выправляемая холява будетъ положена на лаву, стекло отъ высокой температуры правильной печи скоро размягчается. Чтобы холява не сплющилась, работникъ долженъ разгибать края холявы, какъ показано на фиг. 304 до тѣхъ поръ, пока четыре угла листа



Фиг. 303.



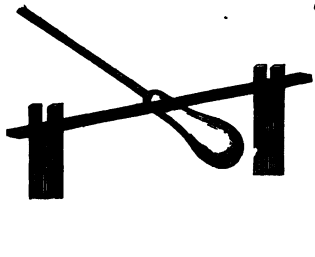
Фиг. 304.

не будутъ лежать на лавѣ q'. Когда это будетъ сдѣлано, то онъ проводитъ по поверхности листа желѣзомъ или деревянною, смоченною водою кочергою для того, чтобы выровнять его, и потомъ проталкиваетъ его черезъ отверстіе E въ калильное пространство B на лаву q. Оставивъ листъ полежать тамъ нѣсколько минутъ, чтобы стекло отвердѣло, рабочій подымаетъ его при помощи желѣзной вилки черезъ отверстіе и приставляетъ къ стѣнкѣ калильной печи. Когда калильная печь будетъ наполнена, то ее совершенно закрываютъ и всѣ скважины замазываютъ глиною. Когда калильная печь и помѣщенные въ ней стеклянные листы охладились, тогда эти послѣдніе вынимаютъ и разрѣзываютъ алмазомъ или рѣзцомъ изъ закаленной стали на куски соотвѣтственной величины, при чемъ по возможности обращаютъ вниманіе на то, чтобы имѣющіеся пороки вырѣзать или свести на края.

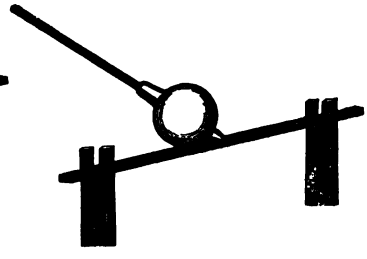
Чтобы не двигать размягченной холявы при полученіи изъ нея листа и тѣмъ избѣжать образованія на немъ царапинъ и изгибовъ, устраиваютъ правильныя печи съ подвижной правильной лавой и даютъ ей или круговое, или гораздо чаще—прямолинейное движеніе. Въ послѣднемъ случаѣ лава движется на фальцахъ или она кладется на колеса, которыя ставятся на рельсы.

Бороздчатое стекло получается такимъ же образомъ, какъ и гладкое, съ тою только разницею, что когда выдуваемое стекло приметъ форму объемистой груши, производятъ выдуваніе въ чугунной или деревянной формѣ, внутренняя поверхность которой снабжена бороздками, которыя воспроизводятся на стеклѣ и сохраняются на немъ при дальнѣйшей обработкѣ.

Производство луннаго стекла не требуетъ правильной печи. Послѣ того какъ на трубку взято потребное количество стекла и нѣсколько раздуто, оно кладется на желѣзную перекладину (фиг. 305), чтобы образовать шейку, т. е. мѣсто, въ которомъ потомъ стекло будетъ отдѣлено отъ трубки. Затѣмъ при выдуваніи нижній конецъ баночки поворачивается на желѣзной перекладинѣ (фиг. 306)

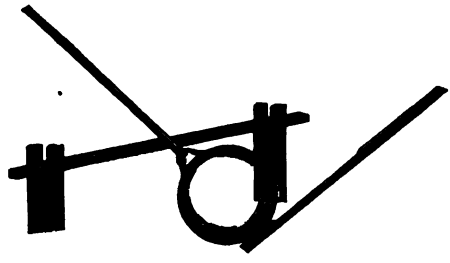


Фиг. 305.



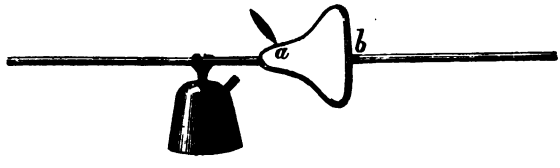
Фиг. 306.

для того, чтобы образовалась головка или, другими словами, чтобы собрать большее количество стекла въ томъ мѣстѣ, гдѣ послѣ должна быть приставлена понтія. Собранное на нижнемъ концѣ стекло сглаживаютъ и выдуваютъ шаръ при постоянномъ вращеніи трубки, помѣщенной на желѣзную перекладину (фиг. 307). Такимъ образомъ



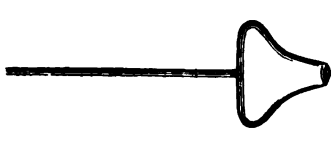
Фиг. 307.

полученный шаръ нагрѣваютъ до размягченія стекла и затѣмъ вращаютъ трубку, лежащую на подставкѣ, около ея оси съ возрастающею скоростью, вслѣдствіе чего подъ вліяніемъ центробѣжной силы стекло получаетъ форму, представленную на фиг. 308. Точно въ серединѣ

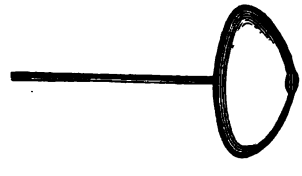


Фиг. 308.

при *b* укрѣпляютъ понтію и отдѣляютъ желѣзкомъ стекло отъ трубки (фиг. 309). Стекло на понтіи вводятъ въ отверстіе печи и быстро вращаютъ понтію, отчего оно принимаетъ видъ, представленный на фиг. 310. Въ ней отверстіе должно быть расширено, края нѣсколько



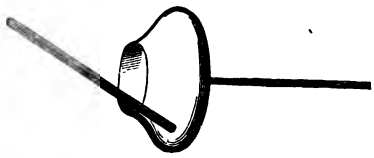
Фиг. 309.



Фиг. 310.

выгнуты наружу. Это достигается тѣмъ, что работникъ вынимаетъ выдуваемое стекло изъ печи и выправляетъ края желѣзною палкою, придавая стеклу форму короны (фиг. 311). Когда корона сдѣлана, то ее всовываютъ въ окно особой печи и вращаютъ около оси до тѣхъ

поръ, пока отъ дѣйствія центробѣжной силы она не превратится въ круглый листъ. Послѣдній на понтіи помѣщаютъ надъ горячими углями и когда листъ нѣсколько остынетъ, отдѣляютъ отъ понтіи. Наконецъ, готовые круги относятъ въ калильную печь, гдѣ имъ даютъ охладиться.



Фиг. 311.

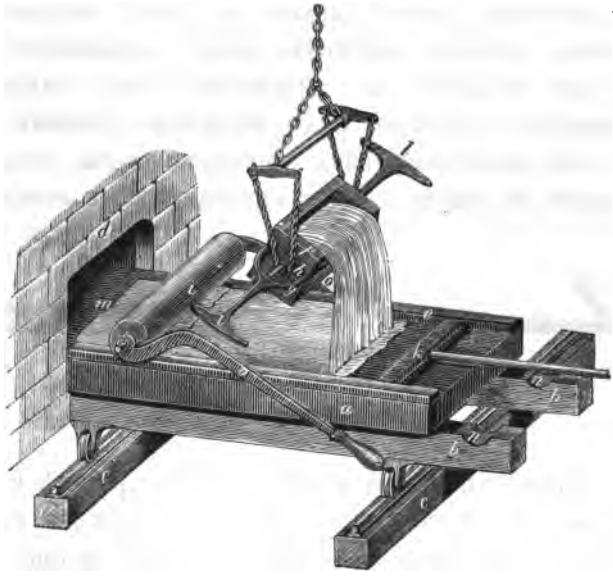
Полученное такимъ образомъ стекло представляетъ собою большіе диски (до 2-хъ метровъ въ діаметрѣ), толщина которыхъ къ серединѣ постепенно увеличивается, и въ центрѣ котораго находится самая толстая часть стекла—*пупокъ* (*глазъ*). Стекло это рѣжутъ затѣмъ на куски соотвѣтственной величины, при чемъ получаютъ какъ прямоугольные куски, такъ и куски, напоминающіе своей формой полумѣсяцъ (откуда и названіе стекла). Лунное стекло обладаетъ большимъ блескомъ, ровной поверхностью и можетъ быть получено очень тонкимъ, какъ это требуется для покрывательныхъ стеколъ для микроскоповъ. Въ настоящее время лунное стекло почти вовсе не приготовляютъ, такъ-какъ изъ него нельзя вырѣзать кусковъ всѣхъ желанныхъ величинъ и получается много обрѣзковъ.

Выработка стекла литьемъ. Этотъ способъ выработки стекла употребляется главнымъ образомъ при приготовленіи зеркальныхъ стеколъ значительной величины. При приготовленіи подобныхъ зеркальныхъ стеколъ употребляютъ въ настоящее время обыкновенно известково-натріевое стекло, изготовленное изъ совершенно чистыхъ матеріаловъ, такъ-какъ попавшіяся въ стеклѣ нечистоты принуждаютъ фабриканта разрѣзывать большой зеркальный листъ на нѣсколько меньшихъ, чѣмъ значительно уменьшается цѣнность издѣлія. Въ виду этого, стекло, надлежащимъ образомъ очищенное въ стеклоплавильныхъ горшкахъ, нерѣдко переливаютъ въ литейную ванну съ цѣлью воспрепятствовать примѣсямъ, осѣвшимъ на днѣ горшка, перейти въ отливаемое стекло.

Фиг. 312.

Ванны эти (фиг. 312), изготовляемыя изъ такой-же огнеупорной глины, какъ и стеклоплавильные горшки, имѣютъ обыкновенно четырехугольную форму и снабжены посерединѣ перехватомъ, въ который вставляютъ тиски, служащіе для подыманія и переноски ваннъ. Величина литейной ванны опредѣляется величиною отливаемаго зеркала и должна быть такою, чтобы стекло, необходимое для отливанія одного зеркала, не наполняло ванну до самаго края. Стекло, помѣщенное въ

ванну, подвозятъ на желѣзной телѣжкѣ къ литейному столу, отлитому изъ чугуна или бронзы или (всего лучше) изготовленному изъ нѣсколькихъ чугунныхъ плитъ, плотно уложенныхъ другъ возлѣ друга и скрѣпленныхъ винтами.— Литейный столъ имѣетъ въ длину 4—8 м., въ ширину 2,25—4 м. и толщину 0,12 – 0,24 м. Онъ долженъ имѣть вполнѣ гладкую поверхность и лежать вполнѣ горизонтально на тележкѣ, на которой его подвозятъ на рельсахъ къ калильной печи (фиг. 313). Чтобы дать отливаемому листу стекла желаемую толщину

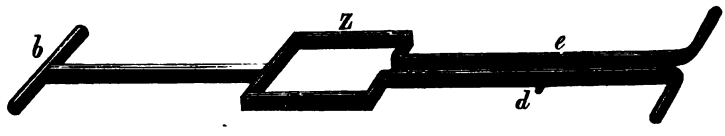


Фиг. 313.

и ширину, употребляютъ металлическія рейки (*трынки*) шириною въ 2 — 3 см. и толщиною отъ 7,2 до 14,4 мм. Двѣ такія рейки накладываютъ на литейный столъ параллельно продольной сторонѣ его. Разстояніе между рейками опредѣляетъ ширину, а толщина реекъ толщину отливаемаго стекляннаго листа. Такъ-какъ выливаемое стекло скоро застываетъ на холодномъ литейномъ столѣ, то столъ передъ литьемъ нагрѣваютъ горящими углями и затѣмъ тщательно очищаютъ. Вылитое стекло распредѣляютъ ровнымъ слоемъ по поверхности стола (плющатъ, прокатываютъ) помощью катка *i*, который, направляясь по трынкамъ, проходитъ столъ отъ одного конца до другого. Катокъ этотъ дѣлается изъ чугуна или бронзы, полымъ внутри и снабженнымъ осью, въ оба конца которой воткнуты мѣдныя рукоятки. Вслѣдствіе накаливанія катка при движеніи его по расплавленному

стеклу, это послѣднее расширяется неравномѣрно, нѣсколько сгибается и въ серединѣ становится тоньше, чѣмъ по краямъ, гдѣ катокъ лежитъ на рейкахъ и потому сильнѣе охлаждается. Для избѣжанія этихъ неудобствъ предложено (Despret, 1863) употреблять полые валики, наполненные водою и снабженные отверстіемъ (въ полой оси) для выхода пара, образующагося при нагрѣваніи катка, чѣмъ достигается равномѣрное нагрѣваніе катка.

Для безопаснѣйшаго и удобнѣйшаго управленія ваннами при литьѣ служатъ тиски (фиг. 314), входящіе въ боковыя углубленія ваннъ. При помощи глаголя (крана) и цѣпей, которыя прикрѣпляются съ боковъ тисковъ, литейную ванну поднимаютъ съ телѣжки, на которой она подвезена къ литейному столу. Затѣмъ литейную ванну подымаютъ нѣсколько надъ литейнымъ столомъ и при томъ такъ, чтобы она находилась надъ серединою стола. Боковыя накладки прижимаются къ катку, ванну наклоняютъ, и стекло начинаетъ



Фиг. 314.

выливаться. Какъ только оно разойдется по серединѣ стола, на него надвигается катокъ, между тѣмъ ванну подвигаютъ впередъ и такимъ образомъ литье продолжается до другого конца стола. Здѣсь излишекъ стекла стекаетъ въ подставленный ящикъ. Передъ застываніемъ стекла передній (всего менѣе остывшій) край его, обыкновенно болѣе тонкій, чѣмъ остальныя части стекла, сгибаютъ вверхъ и прижимаютъ къ стеклу, образуя такимъ образомъ валикъ, служащій точкою опоры для желѣзка при перенесеніи стекляннаго листа въ калильную печь.

Кромѣ описаннаго литейнаго стола для отливанія зеркалъ употребляется также такъ-называемый американскій литейный столъ съ подвижною литейной доской, дающій возможность прокатывать стекло съ *двухъ сторонъ*, чѣмъ значительно сокращается работа при шлифовкѣ стекла. Литейная доска такого стола стоитъ не неподвижно, а съ налитымъ на нее стекломъ получаетъ передвиженіе въ своей собственной плоскости; катокъ или валъ остается на одномъ и томъ же мѣстѣ, вращаясь на оси. Когда литейная доска съ отвальцованнымъ на ней стекломъ дойдетъ до конца своего пути, и такимъ образомъ прокатка одной поверхности кончится, на готовое горячее стекло накла-

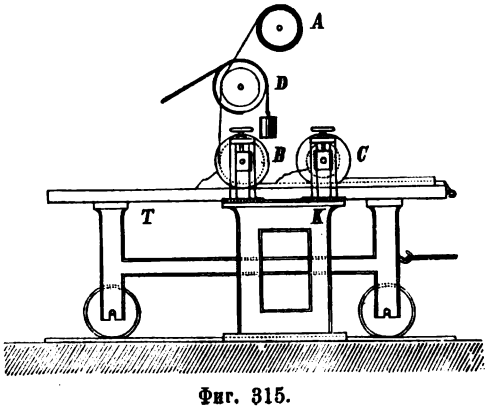
дываютъ крышку (т. е. металлическую пластину, поверхность которой равна поверхности отливаемаго зеркала), скрѣпляютъ неподвижно скобами другъ къ другу литейную доску, стекло и крышку, подымаютъ ихъ вмѣстѣ на сколько нужно кверху и переворачиваютъ на 180°, т. е. вверхъ дномъ, снимаютъ бывшую литейную доску, а стекло, опущенное на мѣсто и лежащее теперь на крышкѣ, прокатываютъ съ другой его поверхности, пропуская его подъ валъ обратнымъ ходомъ. Всѣ эти работы производятся механическими приспособленіями на столько быстро, что стекло остается еще достаточно мягкимъ при вторичной прокаткѣ.

Отлитый тѣмъ или другимъ способомъ стекляный листъ помѣщаютъ въ сильно нагрѣтую калильную печь, подъ которой предварительно посыпанъ пескомъ, чтобы листъ легче скользилъ по немъ. Калильная печь это — низкосводчатая пламенная печь, вмѣщающая въ себя обыкновенно 1—3 зеркальныхъ листа большихъ размѣровъ.

Послѣ введенія въ калильную печь, листъ оставляютъ лежать нѣсколько минутъ спокойно, чтобы онъ принялъ окружающую температуру и затѣмъ укладываютъ его вполнѣ правильно, выглаживаютъ разводнымъ желѣзкомъ и затѣмъ замазываютъ всѣ отверстія калильной печи и даютъ ей охладиться. Послѣ охлажденія печи вынимаютъ листъ, обрѣзываютъ края его и затѣмъ разрѣзываютъ на куски соотвѣтственной величины.

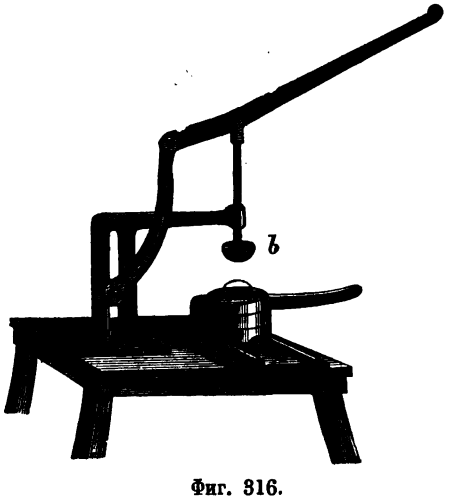
Литьемъ и прокаткой получаютъ также толстыя стекляныя плиты для половъ, крышъ и т. д. Для сообщенія этимъ плитамъ большей прочности предложено (Newton, 1855) снабжать ихъ рѣдкою сѣткою изъ металлической проволоки (*проволочное стекло*). Такое проволочное стекло, фабрикація котораго получила значительные размѣры, приготовляютъ различными способами, между прочимъ двумя слѣдующими пріемами: 1) По слою стекла, лежащаго на нагрѣваемомъ снизу литейномъ столѣ пропускаютъ телѣжку съ тремя катками—однимъ гладкимъ для укатки, другимъ бороздчатымъ для вдавливанія проволоки въ размягченное стекло и третьимъ опять гладкимъ, для сглаживанія стекла послѣ погруженія въ него проволоки (Shuman, въ Нью-Іоркѣ, 1894); 2) На литейномъ столѣ одновременно готовятъ два слоя стекла и вводятъ между ними металлическую сѣтку (Léon Appert, въ Clichy, Франція). Приборъ, служащій для приготовленія стекла по послѣднему способу представленъ на фиг. 315. *T* подвижный литейный столъ, *K*—станина прокатныхъ катковъ *B* и *C*; *A* — катокъ для навиванія проволочной сѣтки, *D*—направляющій катокъ. Проволочную сѣтку пропускаютъ подъ катокъ *B*, помѣщаютъ расплавленное стекло передъ (слѣва) прокатными катками *B* и *C* и приводятъ литейный

столъ въ движеніе (слѣва на право). При этомъ оба катка прокатываютъ стекло, а именно катокъ *B* образуетъ нижній слой, на который накладывается проволочная сѣтка, а катокъ *C* образуетъ верхній слой стекла, надвигаетъ его на проволоку и сдавливаніемъ превращаетъ все въ однородную плиту.



Фиг. 315.

Кромѣ плоскихъ стеколъ литьемъ изготовляютъ также и другія стеклянныя издѣлія, имѣющія болѣе или менѣе простую форму, какъ напр. блюдечки, тарелки, чашки, стаканы, маслянки и т. д.[1]). Для этой цѣли служатъ старательно изготовленныя формы изъ чугуна или (лучше) изъ сплава желѣза съ 10—25% никкеля или кобальта.



Фиг. 316.

Примѣромъ этого способа полученія стеклянныхъ издѣлій можетъ служить приготовленіе стеклянной чашки (фиг. 316). Въ чугунную форму, стѣнки которой покрыты тонкимъ слоемъ графита, воска или сажи вливаютъ при помощи желѣзной ложки соотвѣтственное количество расплавленнаго стекла и затѣмъ при помощи рычага, приводимаго въ движеніе рукой или паровымъ или гидравлическимъ прессомъ, помѣщаютъ въ форму ядро (*b*) и оставляютъ его въ формѣ до тѣхъ поръ, пока стекло не пріобрѣтетъ надлежащую твердость; затѣмъ отлитая посуда (чашка) вынимается изъ формы и переносится въ калильную печь, гдѣ она остываетъ. При выдѣлкѣ крупныхъ предметовъ полезно снабжать прессы приспособленіемъ для охлажденія предметовъ струею воздуха, съ цѣлью ускорить застываніе стекла.

---

[1]) Стекло подобнаго рода носитъ обыкновенно названіе „прессованнаго стекла“, хотя названіе это слѣдовало бы сохранить для стекла, формуемаго не изъ расплавленнаго, а только размягченнаго стекла (стекла оптическія, массивныя).

Для приготовленія болѣе сложныхъ предметовъ употребляютъ и болѣе сложныя формы, которыя состоятъ иногда изъ 6 и болѣе отдѣльныхъ частей, очень тщательно соединенныхъ вмѣстѣ.

Такъ какъ вслѣдствіе соприкосновенія расплавленнаго стекла съ металлическими стѣнками формъ внѣшняя поверхность издѣлія пріобрѣтаетъ шероховатость, то для маскированія этого недостатка гравируютъ различные узоры на стѣнкахъ формъ и тѣмъ сообщаютъ стеклу родъ рельефа или грубой шлифовки. Для увеличенія лоска издѣлія нерѣдко послѣ отливки укрѣпляютъ на понтію и оплавляютъ съ поверхности передъ рабочимъ отверстіемъ. Подобное разогрѣваніе сообщаетъ бо́льшую однородность стеклу и дѣлаетъ его менѣе ломкимъ отъ быстраго измѣненія температуры. Для приготовленія литыхъ издѣлій употребляли прежде свинцовое стекло, въ настоящее время — болѣе дешевое кали- или натро-известковое.

Изъ сказаннаго ясно, что по указанному способу очень легко и дешево приготовляются предметы, весьма изящные на видъ, и кромѣ того литьемъ болѣе удобно, чѣмъ другимъ какимъ нибудь способомъ, приготовлять сосуды одинаковой емкости (напр. стаканы для пива).

Главный недостатокъ литаго стекла состоитъ въ томъ, что оно легко трескается при быстрыхъ измѣненіяхъ температуры, тѣмъ не менѣе дешевизна и изящество пріобрѣли ему широкое примѣненіе, въ особенности для тѣхъ издѣлій, для которыхъ указанный недостатокъ не имѣетъ существеннаго значенія.

Сосуды очень большой емкости и простой формы (напр. банки для аккумуляторовъ и пр.) приготовляются въ настоящее время спаиваніемъ зеркальнаго или вообще листоваго стекла, получаемаго литьемъ. Для этой цѣли на желѣзное ядро, имѣющее форму изготовляемаго предмета, накладываютъ листовое стекло и все вмѣстѣ нагрѣваютъ въ печи до температуры краснаго каленія.—Когда стекло еще не размягчилось, но переноситъ уже не лопаясь прикосновеніе сильнаго источника тепла, проводятъ вдоль реберъ изготовляемаго предмета пламенемъ гремучаго газа, горѣлка котораго укрѣплена при помощи каучуковой трубки, обусловливающей ея подвижность. Около горѣлки находится небольшой желѣзный валикъ, который облегчаетъ рабочему правильное передвиженіе горѣлки и придавливаетъ другъ къ другу размягченные края изготовляемаго предмета. Края эти тотчасъ-же сплавляются и образуютъ вмѣстѣ плотную спайку. Сосудъ медленно охлаждаютъ въ калениці. Этимъ путемъ приготовляются сосуды кубической формы емкостью въ 1,75 куб. метра, толщина стѣнокъ которыхъ вездѣ однородна.

Третій способъ выработки стекла — прессованіе — употребляется для приготовленія такъ-называемыхъ массивныхъ стеколъ, къ которымъ принадлежатъ и оптическія. При этомъ способѣ обработки вполнѣ готовое стекло нагрѣваютъ до температуры размягченія и затѣмъ его вдавливаютъ въ соотвѣтствующую форму. Такъ напр., для изготовленія призмъ, употребляемыхъ для люстръ, стекло отливаютъ въ толстыя пластинки, которыя затѣмъ раскалываютъ на куски, имѣющіе приблизительно величину изготовляемыхъ призмъ. Полученные такимъ образомъ куски стекла нагрѣваютъ до размягченія и прессуютъ въ особой желѣзной формѣ, представленной на фиг. 317. Послѣ формовки призмы шлифуютъ и полируютъ. Аналогичнымъ образомъ приготовляютъ и шары, стеклянные глаза и т. п.

При изготовленіи оптическихъ стеколъ употребляютъ глиняныя формы, имѣющія видъ плоскихъ чашекъ. Эти формы помѣщаютъ въ муфельныя пламенныя печи, въ которыхъ происходитъ разогрѣваніе стекла. Вполнѣ готовое стекло, поступающее въ продажу въ видѣ толстыхъ 4-хъ угольныхъ таблицъ, распиливаютъ на куски соотвѣтствующей величины, затѣмъ нагрѣваютъ въ муфельной печи и помѣщаютъ въ глиняную форму, гдѣ при болѣе сильномъ нагрѣваніи стекло размягчается и выполняетъ форму. Послѣ заполненія, формы переносятъ въ калильное пространство, гдѣ онѣ по возможности медленно остываютъ. При приготовленіи небольшихъ оптическихъ стеколъ формовку размягченнаго стекла производятъ при помощи щипцовъ, гладилки и желѣзной рамки. Такъ или иначе формованное стекло подвергаютъ шлифованію и затѣмъ полировкѣ.

Фиг. 317.

Четвертый способъ выработки стекла — вытягиваніе — употребляется для приготовленія стеклянныхъ палочекъ, стеклянной пряжи, стеклянной ваты и др. Для изготовленія простаго прута опредѣленное количество стекла превращаютъ въ толстый цилиндръ; на концѣ цилиндра посредствомъ щипцовъ дѣлаютъ головку, къ которой баночникъ прикрѣпляетъ желѣзко и скоро бѣжитъ съ нимъ по гуттѣ, между тѣмъ какъ мастеръ остается на мѣстѣ. При этомъ стеклянный цилиндръ вытягивается въ прутъ, который для остыванія кладется на поперечины.

Стеклянную пряжу изготовляютъ такимъ образомъ, что нагрѣваютъ на лампѣ стеклянный брусокъ и при помощи другой стеклянной палочки оттягиваютъ нить. При приготовленіи стеклянной ваты съ завитками два стеклянныхъ бруска, имѣющихъ различный составъ и раз-

личный коэффиціентъ расширенія (свинцовое и известковое стекло), сплавляютъ въ одну нить. Стеклянная пряжа употребляется для разнаго рода галантерейнаго товара (очень непрочнаго), а стеклянная вата какъ фильтрующій матеріалъ. Діаметръ нитей стеклянной ваты и пряжи равенъ 0,006—0,012 мм., слѣдовательно онъ меньше діаметра нитей коконовъ шелкопряда.

Кромѣ названныхъ предметовъ вытягиваніе въ связи съ прессованіемъ, употребляется также для приготовленія листоваго стекла.

Способъ этотъ, предложенный еще въ 1854 г. (G. Mackay, 1854; Imbert, 1859; E. Picard, 1887) и значительно усовершенствованный P. Simon'омъ (1889 г.), состоитъ въ слѣдующемъ: стекло, отлитое въ плиты и размягченное до тягучести, прокатываютъ между двумя металлическими (или терракотовыми) горизонтальными цилиндрами, находящимися другъ отъ друга на опредѣленномъ разстояніи и вращающимися съ опредѣленной скоростью. Поверхность цилиндровъ снабжена правильными продольными бороздками, облегчающими захватываніе и передвиженіе стекла, тщательно отполирована и покрыта масломъ или смолой (для воспрепятствованія приставанію стекла). При прохожденіи размягченнаго стекла между подогрѣтыми цилиндрами получается стеклянная плита толщиною въ 1 см., которая принимается на подставленную телѣжку, выравнивается деревянной линейкой и отправляется въ калильную печь для остыванія. Если же желаютъ получить листовое стекло, то подъ первою (верхнею) парою цилиндровъ помѣщаютъ вторую (нижнюю) съ разстояніемъ между цилиндрами меньшимъ и скоростью вращенія большею. Вслѣдствіе этого происходитъ растягиваніе и вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшеніе толщины стекла и тѣмъ большее, чѣмъ больше разница между быстротой вращенія первой и второй пары цилиндровъ.

Заканчиваніе и украшеніе стеклянныхъ предметовъ. Сюда относятся: шлифованіе, подводка зеркалъ, платинированіе, матированіе и закаливаніе стеклянныхъ предметовъ.

Шлифованіе имѣетъ цѣлью придать формѣ предмета большую правильность и отчетливость, чего не можетъ сдѣлать выдувальщикъ. Шлифованіе также часто употребляется для украшенія поверхности предмета, для придачи ей бриллiантоваго, раковиннаго и т. п. вида. Шлифованіе распадается на *грубое* и *нѣжное шлифованіе* и на *полированіе*.

При *грубомъ шлифованіи* снимается съ поверхности предмета излишнее стекло (въ зеркальномъ стеклѣ отъ $^1/_3$ до $^1/_2$ всего стекла[1]) и

[1]) Такимъ образомъ фабрика, производящая въ годъ напр. 100 000 кв. метр. зеркальнаго стекла, теряетъ въ операціяхъ шлифовки и полировки около 30 000 000 кгр. сте-

этого достигаютъ, употребляя сильно шлифующія средства, а именно остроконечный песокъ и молотый кварцъ.

При *нѣжномъ шлифованіи* удаляютъ шероховатости, произведенныя грубымъ шлифованіемъ, и это достигаютъ менѣе грубыми шлифующими средствами, какъ-то—мелкозернистымъ песчаникомъ, пескомъ или (всего чаще) тонкоизмельченнымъ наждакомъ[1]). Въ послѣднее время для шлифовки употребляютъ искусственные точильные круги изъ тонкаго наждачнаго порошка, прессованнаго съ ничтожною примѣсью связывающаго цемента (шеллакъ, каучукъ съ сѣрой) подъ давленіемъ нѣсколькихъ атмосферъ. Чѣмъ ближе предметъ къ окончательной шлифовкѣ, тѣмъ болѣе и болѣе нѣжный шлифующій матеріалъ употребляютъ въ дѣло.

Шлифовку какъ грубую, такъ и нѣжную производятъ или сухимъ, или мокрымъ путемъ, но обыкновенно употребляютъ послѣдній, такъ какъ первый, давая много пыли, вредно отзывается на здоровьи рабочихъ. Для смачиванія шлифующихъ средствъ берутъ или воду, или скипидаръ.

Полированіе имѣетъ цѣлью возобновить блескъ поверхности, сдѣлавшейся отъ шлифованія матовою. Это достигается посредствомъ сухого тренія деревомъ или при помощи нѣжныхъ полирующихъ средствъ, какъ-то — очень тонкій порошокъ наждака, муммія (caput mortuum), трепелъ, окись цинка и т. п., которыя разсыпаютъ на войлокъ, прикрѣпленный къ деревяшкѣ.

Приборы, употребляющіеся для шлифованія, бываютъ различные, смотря по тому, идетъ-ли дѣло о шлифованіи небольшихъ или большихъ поверхностей.

Въ первомъ случаѣ для грубаго шлифованія всѣхъ родовъ полыхъ и массивныхъ стеколъ, а также для граненія зеркалъ обыкновенно употребляютъ желѣзный кругъ, вращающійся въ вертикальной плоскости. Надъ нимъ находится деревянная воронка, наполненная пескомъ, нижнее отверстіе которой можетъ быть закрываемо, а при работѣ открываемо, такъ чтобы необходимое количество песку падало непрерывно на край круга. Для нѣжнаго шлифованія небольшихъ по-

---

кла въ видѣ мельчайшаго порошка, смѣшаннаго съ пескомъ и друг. шлифующими матеріалами. Смѣсь эта, благодаря мелкости порошковъ, ее составляющихъ, обладаетъ нѣкоторою пластичностью и можетъ служить хорошимъ формовальнымъ матеріаломъ для изготовленія изразцовъ, орнаментовъ и т. п., такъ-какъ при такихъ издѣліяхъ стекло является прекраснымъ цементомъ, или вѣрнѣе флюсомъ.

[1]) Тѣсная смѣсь синяго корунда (сапфира) съ магнетитомъ. Корундъ кристаллизуется въ гексагональной системѣ; уд. вѣсъ 3,9—4,0; рѣдко безцвѣтенъ, больш. частью окрашенъ въ синій (сапфиръ) или красный (рубинъ) цвѣтъ; состоитъ изъ окиси алюминія (Al_2O_3) съ примѣсью окиси желѣза (Fe_2O_3), и друг. окрашивающихъ окисловъ.

верхностей употребляются круги изъ наждака, песчаника и самый мелкій песокъ. Для шлифованія большихъ поверхностей, какъ-то — нижнихъ поверхностей стоячихъ предметовъ, употребляются, вмѣсто вертикальнаго, горизонтальный поставной кругъ, вращающійся около своей оси. При шлифованіи же очень большихъ поверхностей, главнымъ образомъ зеркалъ, для сбереженія времени трутъ двѣ шлифуемыя поверхности одну о другую, а потому обѣ шлифуются одновременно. Для этой цѣли одно изъ стеколъ (нижнее) укрѣпляютъ гипсомъ на совершенно ровномъ каменномъ столѣ (шлифовальномъ столѣ), другое-же (верхнее) укрѣпляютъ въ деревянномъ ящикѣ, открытомъ сверху и снизу и раздѣленномъ по высотѣ на два отдѣленія—глубокое и мелкое,—и въ это послѣднее и вмазываютъ стекло. Положивъ на нижнее стекло песокъ смоченный водой, верхнее, при умѣренномъ давленіи, которое можетъ быть по желанію и увеличено помѣщеніемъ тяжести въ верхнее отдѣленіе упомянутаго ящика, возятъ по немъ кругообразно или прямолинейно.

Шлифованіе зеркалъ производятъ удобнѣе при помощи чугунныхъ бѣгуновъ. Стекло укрѣпляютъ при помощи гипса на желѣзной плитѣ, покоющейся на шлифовальномъ столѣ, приводимомъ во вращательное движеніе (30 оборотовъ въ минуту), которое передается двумъ чугуннымъ бѣгунамъ, поставленнымъ на шлифуемой поверхности зеркала, которую посыпаютъ соотвѣтственнымъ шлифующимъ матеріаломъ. Тотъ-же приборъ примѣняютъ также для полировки зеркалъ, употребляя менѣе тяжелые бѣгуны, покрытые войлокомъ, кожей и т. д., и употребляя соотвѣтственные полирующіе матеріалы.

Подводка (наводка) имѣетъ цѣлью покрыть одну сторону зеркальныхъ стеколъ непрозрачнымъ металлическимъ слоемъ, для того чтобъ эта сторона сильнѣе отражала лучи свѣта. Въ прежнее время для этой цѣли зеркала обкладывали свинцовою фольгою, но нечистота цвѣта этой послѣдней сообщала зеркалу некрасивый видъ. Въ виду этого, перешли къ амальгамѣ изъ олова и ртути, которая удовлетворяетъ всѣмъ требованіямъ относительно цвѣта и прочности зеркала. Амальгамированіе производятъ на столѣ съ мраморной доской, снабженной со всѣхъ четырехъ сторонъ желобками, на каждомъ углу которой находятся сквозныя дыры для стеканія излишней ртути. На эту мраморную плиту сперва накладываютъ столько листоваго олова, чтобы оно однимъ дюймомъ было болѣе стекла, подлежащаго амальгамированію. Затѣмъ разглаживаютъ листы, очищаютъ ихъ щеткой и натираютъ ртутью при помощи доски, обложенной войлокомъ. Приготовленную такимъ образомъ фольгу обкладываютъ съ трехъ сторонъ полосами зеркальнаго стекла, наливаютъ на олово столько ртути, что-

бы уровень ея поднялся нѣсколько выше зеркальныхъ полосъ и затѣмъ вводятъ зеркало, надлежащимъ образомъ очищенное, между оловянымъ листомъ и верхнею поверхностью ртути такимъ образомъ, чтобы ни воздухъ, ни нечистоты не могли попасть между поверхностью фольги и зеркала. Если наложеніе произведено правильно, то на верхнюю поверхность стекла накладываютъ желѣзную тяжелую плиту, внизу обложенную войлокомъ, и оставляютъ его на 12—24 часовъ въ горизонтальномъ положеніи. По прошествіи этого времени плиту стола нѣсколько наклоняютъ и наклоненіе увеличиваютъ до тѣхъ поръ, пока еще нечего опасаться паденія доски; при этомъ стекаетъ излишняя ртуть. Когда амальгама пріобрѣла достаточную прочность, снимаютъ съ зеркала наложенную тяжесть и ставятъ его отвѣсно на полъ, покрытый бумагой, при чемъ стекаетъ послѣдній излишекъ ртути. Въ этомъ положеніи зеркало оставляютъ стоять отъ 8 дней до 3 недѣль. Одинъ кв. метръ зеркальнаго стекла требуетъ 5—6 грм. амальгамы, состоящей приблизительно изъ 25 частей олова и 75 ч. ртути.

Подводку вогнутыхъ оптическихъ зеркалъ производятъ подобнымъ же образомъ, какъ и подводку плоскихъ, при чемъ вмѣсто мраморныхъ плитъ употребляютъ соотвѣтственной кривизны формы. Подводка выпуклыхъ зеркалъ, а также стеклянныхъ шаровъ производится при помощи жидкой амальгамы, которую готовятъ, растворяя одну часть смѣси изъ равныхъ частей олова, свинца и висмута въ $^2/_3$ ч. ртути. Полученную жидкую амальгаму наливаютъ въ очищенное и подогрѣтое вогнутое стекло или шаръ и затѣмъ, поворачивая и наклоняя названные предметы въ рукахъ, смачиваютъ всю поверхность внутреннихъ стѣнокъ амальгамой, хорошо пристающей къ чистому стеклу; избытокъ амальгамы переливаютъ затѣмъ въ другой сосудъ.

Зеркала съ ртутной наводкой при стояніи въ сырыхъ помѣщеніяхъ весьма скоро портятся. Для предупрежденія этого зеркала, назначенныя для такихъ помѣщеній, покрываютъ съ изнанки смолянымъ лакомъ, приготовленнымъ изъ разныхъ сортовъ смолы, спирта и терпентина.

Описанный способъ амальгамированія даетъ, какъ сказано выше, очень удовлетворительные результаты, но требуетъ много времени и кромѣ того оказываетъ дурное вліяніе на рабочихъ, которые, вдыхая большое количество ртутныхъ паровъ, подвергаются неизлѣчимымъ болѣзнямъ. Въ виду этого, стали (съ 1840 въ г. Англіи) замѣнять амальгамированіе серебреніемъ зеркалъ, и этотъ способъ вытѣснилъ амальгамированіе почти повсюду въ западной Европѣ, а также на большихъ заводахъ у насъ.

Серебреніе или такъ называемая *подводка зеркалъ серебромъ* производится различными способами, но всѣ они сходятся въ томъ, что на поверхность стекла выдѣляютъ серебро изъ раствора азотносеребряной соли посредствомъ медленно возстановляющихъ средствъ (напр., винной кислоты, молочнаго сахара, спирта и т. п.).

Во Франціи подводку зеркалъ серебромъ производятъ обыкновенно помощью способа *Птижана*. При употребленіи этого способа поступаютъ слѣдующимъ образомъ: на четырехугольный чугунный столъ, верхнюю доску котораго образуетъ ящикъ, наполненный водою, которая паромъ, пропускаемымъ черезъ змѣевикъ, можетъ быть нагрѣта до 30—40°, помѣщаютъ клеенку, на нее полотно изъ хлопчатобумажной ткани, а затѣмъ тщательно очищенное зеркальное стекло. На стекло наливаютъ затѣмъ серебрянаго раствора столько, сколько его можетъ удержаться однимъ молекулярнымъ притяженіемъ. Когда черезъ 25 — 30 минутъ поверхность стекла будетъ вполнѣ покрыта слоемъ серебра, стекло снимаютъ, промываютъ водой и вновь помѣщаютъ горизонтально на столѣ и наливаютъ на посеребренную уже поверхность новое количество серебрянаго раствора нѣсколько иного состава, чѣмъ первый. Спустя 15 мин. второе дополнительное серебреніе кончено, стекло промываютъ и сушатъ при температурѣ 25—28°. Когда серебряный осадокъ высохъ, его покрываютъ быстро высыхающей масляной краской или же асфальтовымъ лакомъ, и зеркало готово.

Серебряный растворъ, наливаемый на столъ первый разъ, приготовляется слѣдующимъ образомъ: 100 грм. азотносеребряной соли растворяютъ въ 62 грм. воднаго амміака уд. в. 0,870—0,880 и разводятъ 600 грм. воды. Послѣ того какъ растворъ профильтрованъ, прибавляютъ 16 объемовъ дистиллир. воды, затѣмъ по каплямъ и при постоянномъ помѣшиваніи 7,5 грм. винной кислоты, растворенной предварительно въ 30 грм. дистил. воды.

Второй растворъ приготовляется совершенно такъ же, какъ и первый, съ тою разницею, что берутъ двойное количество винной кислоты.

При этомъ способѣ серебренія осаждается 6—7 грм. серебра на квадратномъ метрѣ поверхности зеркала.

Серебряныя зеркала поглощаютъ менѣе свѣта (7%), чѣмъ амальгамированныя (33%), но даютъ изображеніе съ нѣсколько желтоватымъ оттѣнкомъ, такъ-какъ серебро обладаетъ свойствомъ поглощать синихъ лучей болѣе, чѣмъ остальныхъ лучей свѣта. Желтизна отраженія, однако, на столько слаба, что не представляетъ существеннаго недостатка, и кромѣ того можетъ быть маскирована употребленіемъ

для зеркалъ стекла невполнѣ безцвѣтнаго, а съ нѣсколько синеватымъ оттѣнкомъ, которое обходится притомъ и дешевле. Производство зеркалъ серебреніемъ проще, безопаснѣе, быстрѣе (зеркало можетъ быть вполнѣ изготовлено въ теченіе двухъ сутокъ) и недороже амальгамированія. Единственное неудобство способа серебренія состоитъ въ томъ, что требуетъ очень тщательной очистки поверхности стекла и безупречной полировки. Самыя ничтожныя царапины тотъ-часъ же обнаруживаются послѣ подводки, въ видѣ серебр. нитей и точекъ.

Серебреніе изнутри полыхъ стеклянныхъ издѣлій и разныхъ кривыхъ поверхностей производится прямымъ наливаніемъ серебрящаго раствора на соотвѣтствующую поверхность. Главнѣйшее затрудненіе представляетъ очистка внутри поверхности. Весьма удобнымъ для этой цѣли средствомъ служитъ слабый растворъ плавиковой кислоты. Стекло, обработанное этимъ растворомъ, а затѣмъ тщательно промытое водою, пріобрѣтаетъ весьма чистую и блестящую свѣжеобнаженную поверхность, весьма хорошо воспринимающую серебреніе. Получаемые при серебреніи остатки серебряныхъ растворовъ, равно какъ и всѣ промывныя воды собираютъ, осаждаютъ изъ нихъ серебро въ видѣ хлористаго серебра, которое сплавленіемъ съ содой въ особенныхъ печахъ перерабатываютъ на серебро, а это послѣднее на азотносеребряную соль.

Платинированіе зеркалъ. Для этой цѣли одну поверхность стекла покрываютъ смѣсью изъ лавандоваго масла, хлорной платины и борной кислоты и затѣмъ просушиваютъ и обжигаютъ въ муфельной печи, при чемъ возстановляется платина и сплавляется со стекломъ. Платинированныя зеркала очень дешевы, такъ-какъ для ихъ изготовленія могутъ быть употребляемы зеркальныя стекла съ пороками и, кромѣ того, для ихъ приготовленія достаточно шлифовать только одну сторону зеркала, такъ-какъ непокрытая платиной (задняя) поверхность зеркала можетъ быть какая угодно безъ вреда для зеркала. Зеркала эти просвѣчиваютъ противъ свѣта и употребляются не столько какъ зеркала, сколько какъ оконныя стекла въ магазинахъ и жилыхъ помѣщеніяхъ.

Матированіе стекла. Цѣль матированія—превратить гладкую поверхность стекла въ шероховатую, неправильно разсѣевающую свѣтъ, и тѣмъ или получить однородное матовое стекло, или воспроизвести на поверхности стекла различные узоры—матовые на прозрачномъ фонѣ или наоборотъ прозрачные—на матовомъ фонѣ.

Самый старый способъ воспроизведенія матовыхъ рисунковъ на свѣтломъ фонѣ состоитъ въ томъ, что мѣста, которыя должны быть матовыми, покрываютъ мелко истолченнымъ борносвинцовымъ стекломъ, растертымъ на растворѣ камеди, и затѣмъ обжигаютъ. Стекла этого

рода носятъ названіе *муслинныхъ* (Mousselinglas). Въ настоящее время болѣе грубое матированіе производятъ механическимъ путемъ, а болѣе нѣжное плавиковой кислотой.

Механическій способъ матированія, введенный въ практику американцемъ *Тильманомъ* (Tilghman, 1871), состоитъ въ томъ, что на стекло, покрытое шаблономъ изъ упругаго матеріала (каучукъ, металлич. листы, асфальтовый лакъ, желатинъ, бумага и т. п.), направляютъ большою силою струю песка при помощи сжатаго воздуха или пара. Песокъ, ударяя о стекло, непокрытое шаблономъ, производитъ на немъ небольшія углубленія и дѣлаетъ его матовымъ.

Матированіе (травленіе) стекла плавиковой кислотой было извѣстно уже въ XVII вѣкѣ, но оно получило техническое примѣненіе только начиная съ пятидесятыхъ годовъ. Для вытравленія можетъ служить водный растворъ фтороводорода, газообразный фтороводородъ и двуфтористыя щелочи (калія и аммонія). При употребленіи воднаго раствора фтороводорода вытравленное мѣсто получается прозрачнымъ, такъ-какъ раствореніе стекла происходитъ равномѣрно во всѣхъ частяхъ, и вытравленная поверхность получается гладкою. При употребленіи для вытравленія газообразнаго фтороводорода разрушеніе стекла происходитъ не вполнѣ равномѣрно, и получается шероховатая, матовая поверхность. При употребленіи для травленія водныхъ растворовъ двуфтористыхъ щелочей, на поверхности стекла образуются мелкіе кристаллы трудно растворимыхъ кремнефтористыхъ щелочей (калія, аммонія), которые вызываютъ шероховатость поверхности и сообщаютъ вытравленнымъ мѣстамъ густой и красивый матъ. Прибавленіе къ раствору двуфтористыхъ щелочей другихъ солей (Na_2SO_4), уменьшающихъ растворимость кремнефтористыхъ соединеній, усиливаетъ образованіе кристалловъ и густоту мата. Этотъ послѣдній способъ матированія есть самый употребительный. Жидкость, служащую для травленія, приготовляютъ или смѣшивая растворъ фтористаго калія съ опредѣленнымъ количествомъ соляной или сѣрной кислоты и сѣрнокаліевой соли, или смѣшивая растворъ фтороводорода съ опредѣленнымъ количествомъ сѣрно- и углеаммоніевой соли. Резерважемъ при этомъ способѣ травленія служитъ растворъ асфальта въ скипидарѣ съ примѣсью спермацета, стеарина, воска и т. п. тѣлъ для уменьшенія хрупкости смѣси при ея высыханіи.

Самые тонкіе рисунки производятъ на стеклѣ гравированіемъ, т. е. шлифовкой при помощи вращающихся металлическихъ или деревянныхъ круговъ и наждака.

Закаливаніе стекла. Чтобы придать большую прочность и нѣкоторую эластичность стеклу *Де-ля-Басти* (de-la Bastie, 1874)

предложилъ уже готовыя издѣлія нагрѣвать по возможности равномѣрно до температуры ихъ размягченія и затѣмъ быстро охлаждать ихъ, погружая въ баню изъ чистаго сала или изъ смѣси сала (1 ч.) и льянаго масла (3 ч.), нагрѣтую до температуры 60°—300°, смотря по составу закаливаемаго стекла. Чѣмъ стекло болѣе легкоплавко, тѣмъ ниже должна быть температура масла, и наоборотъ. Издѣлія изъ свинцоваго стекла закаливаются въ масляной банѣ при температурѣ между 60° и 120°; обыкновенныя кали- и натро-известковыя стекла—въ масляной банѣ при 150° — 300°, смотря по ихъ тугоплавкости. Послѣ погруженія предмета въ баню, понижаютъ температуру этой послѣдней постепенно до 40°, т. е. до точки плавленія сала. Послѣ охлажденія предметы вынимаются изъ бани и очищаются отъ жира.

Стекло послѣ подобнаго рода обработки (verre trempé, Hartglas) по внѣшнему виду не отличается отъ обыкновеннаго стекла, но тѣмъ не менѣе оно пріобрѣтаетъ нѣсколько меньшій удѣльный вѣсъ, меньшій коэффиціентъ преломленія, способность двойнаго лучепреломленія и, главное, значительно большую прочность и упругость и способность выдерживать лучше быстрое измѣненіе температуры, чѣмъ стекло незакаленное[1]). Противустоя лучше обыкновеннаго стекла удару, оно въ то же самое время очень чувствительно ко всякому поврежденію его наружнаго слоя: стоитъ только сдѣлать на стеклѣ глубокую царапину или надпись и оно распадается на мелкіе кусочки. Тоже самое происходитъ при разбиваніи стекла отъ удара—оно разбивается при этомъ не на большіе осколки, а на множество мелкихъ. Подобное распаденіе закаленнаго стекла на мелкіе кусочки происходитъ иногда и самопроизвольно. Рѣзать такое стекло алмазомъ возможно только по извѣстнымъ направленіямъ. Кромѣ того, работа закаливанія сопровождается большимъ количествомъ боя (10—25% Schott, 1879) и обходится довольно дорого. Вотъ причина, по которой закаленное стекло de-la Bastie, появившееся въ большихъ размѣрахъ на Парижской выставкѣ 1878 г., не получило значительнаго распространенія, не смотря на многочисленныя попытки улучшить способъ его приготовленія, а именно употреблять для закалки, т. е. для быстраго охлажденія нагрѣтаго стекла, вмѣсто неудобныхъ и огнеопасныхъ масляныхъ бань, бани изъ глицерина, расплавленной селитры (Meusel, 1875 — 1876), парафина

[1]) Чѣмъ обусловливается большая прочность закаленнаго стекла опредѣлить трудно; можно думать, что при быстромъ охлажденіи размягченнаго стекла на обѣихъ его поверхностяхъ образуется родъ корки, и что при охлажденіи внутреннихъ слоевъ частички стекла располагаются болѣе свободно. Вслѣдствіе этого закаленное стекло обладаетъ большею эластичностью, но при поврежденіи наружной корки положеніе равновѣсія частицъ нарушается, и стекло распадается въ дребезги.

(Лэкъ), сѣрной кислоты, а также водяной паръ (Pieper, 1876; Boistel и Léger, 1875) и нагрѣтый воздухъ (Deherrypon, 1879).

Бо́льшаго вниманія заслуживаетъ способъ *Сименса* (Fr. Siemens, 1877 — 1878) для увеличенія прочности стекла. Находя, что главное условіе для полученія прочныхъ стеколъ состоитъ не въ *внезапности*, а въ полной *равномѣрности* охлажденія стекла во *всей его массѣ*, онъ предлагаетъ три пріема подобнаго охлажденія, смотря по роду закаливаемаго издѣлія. При закаливаніи листоваго стекла (оконнаго, дверного, половаго, стѣнныхъ плитъ и т. п.) листы нагрѣваютъ до размягченія въ особенной печи и кладутъ подъ прессъ, слабо сжимаютъ между металлическими (при сильной закалкѣ мѣдными, при менѣе сильной желѣзными) или глиняными (при самой слабой закалкѣ) плитами до полнаго охлажденія. Мягкое состояніе листа допускаетъ выдавливаніе на немъ всѣхъ рельефовъ или углубленій при употребленіи тисненыхъ плитъ. При изготовленіи массивныхъ издѣлій всякаго вида (жернововъ, балокъ, желѣзнодорожныхъ шпалъ, рельсовъ, половыхъ плитъ и т. д.) стекло отливаютъ и охлаждаютъ въ нагрѣтыхъ формахъ, сдѣланныхъ изъ матеріаловъ, обладающихъ близкими къ стеклу теплопроводимостью и теплоемкостью. Матеріалами для формъ служатъ глинистый песокъ, шамотта и нѣкоторые минералы (напр. тяжелый шпатъ, магнитный желѣзнякъ), набитые въ ящики изъ листоваго желѣза, при чемъ въ формѣ продѣлываются отверстія для выхода воздуха при отливкѣ. Стекло непосредственно изъ стеклоплавильной печи выливаютъ въ формы, вмѣстѣ съ формой нагрѣваютъ въ пламенной печи до тѣхъ поръ, пока весь массивъ не приметъ равномѣрную температуру, и тогда вынимаютъ для охлажденія. При изготовленіи посуды и разныхъ мелкихъ издѣлій, предметы разогрѣваютъ въ особой газовой печи и затѣмъ помѣщаютъ на слой песка, покрывающій дно вагончика, снабженнаго двойными стѣнками, плотно вдвинутаго въ открытую заднюю часть печи и вполнѣ разобщеннаго съ холоднымъ наружнымъ воздухомъ. Вещи кладутъ не болѣе какъ въ два-три ряда и притомъ такъ, чтобы онѣ не прикасались къ стѣнкамъ вагончика. По наполненіи вагончика его отвозятъ въ разгрузное отдѣленіе и оставляютъ въ покоѣ до охлажденія. Охлажденіе идетъ весьма равномѣрно, благодаря двойнымъ стѣнкамъ вагончика.

Какъ особенную разновидность закаленнаго стекла можно разсматривать *двуслойное стекло* (Verbundsglas) *Шотта* (Schott, 1879), т. е. стекло, состоящее изъ двухъ слоевъ, имѣющихъ различные коэффиціенты расширенія: внутренній слой меньше, чѣмъ внѣшній. Если подобное полое стекло охладить быстро на воздухѣ, то въ такомъ случаѣ получается родъ закаленнаго стекла, которое отличается отъ

обыкновеннаго закаленнаго стекла (Hartglas) тѣмъ, что внутренній слой—при выборѣ соотвѣтственнаго отношенія—обладаетъ меньшимъ растяженіемъ. При разбиваніи подобнаго стекла оно не распадается на мелкіе кусочки и не подвержено самопроизвольному распаденію. Стекло подобнаго рода очень хорошо переноситъ быстрое измѣненіе температуры. Оно пригодно для изготовленія водомѣрныхъ стеколъ (для паровиковъ), ламповыхъ стеколъ и химической посуды.

Мутныя и окрашенныя стекла. Прозрачныя и безцвѣтныя стекла играютъ конечно самую важную роль какъ въ техникѣ, такъ и въ наукѣ и въ обыденной жизни. Но кромѣ безцвѣтныхъ и прозрачныхъ стеколъ нерѣдко приготовляютъ для различныхъ цѣлей окрашенныя и непрозрачныя стекла. Приготовленіе этихъ стеколъ основано на способности обыкновеннаго стекла растворять какъ различныя соли, такъ и окислы металловъ и самые металлы, которые затѣмъ, смотря по быстротѣ охлажденія, или образуютъ со стекломъ однородный сплавъ или выдѣляются въ аморфномъ или кристаллическомъ видѣ и сообщаютъ стеклу цвѣтъ и мутность. Важнѣйшіе виды *мутныхъ стеколъ* слѣдующіе:

Алебастровое стекло. Подъ этимъ названіемъ подразумѣваютъ молочное кали-известковое стекло, помутнѣніе котораго вызвано разстекленіемъ. Для приготовленія этого стекла употребляютъ ту же смѣсь, что и для кали-известковаго стекла; коль скоро смѣсь сплавится, ее вычерпываютъ и вливаютъ въ воду (закаливаютъ). Затѣмъ сплавляютъ новую порцію смѣси и вбрасываютъ въ нее закаленное стекло, что понижаетъ температуру смѣси и содѣйствуетъ разстеклованію. Полученный при возможно низкой температурѣ сплавъ перерабатываютъ затѣмъ при возможно низкой температурѣ. Прибавленіе незначительнаго количества борной кислоты къ сплаву, сообщаетъ стеклу болѣе блеска и облегчаетъ сплавленіе. Алебастровое стекло не окрашиваетъ проходящихъ черезъ него лучей свѣта въ красный цвѣтъ, а потому высоко цѣнится для ламповыхъ колпаковъ.

Такъ-какъ приготовленіе алебастроваго стекла обходится довольно дорого, то его обыкновенно замѣняютъ молочными стеклами, помутнѣніе которыхъ производятъ при помощи фосфорноизвестковой соли (костяное стекло) или фтористаго кальція (кріолитовое стекло).

Костяное стекло приготовляютъ прибавляя къ готовому расплавленному стеклу (кальц. или свинцов.) отъ 10 до 20% мелкоистертой костяной золы. Послѣ сплавленія получается прозрачное стекло, пріобрѣтающее молочность только при выдуваніи и при повторенномъ нагрѣваніи выдуваемаго предмета. Стекло это пропускаетъ свѣтъ съ

красноватымъ оттѣнкомъ; чтобы избѣжать этого, прибавляютъ къ молочному стеклу или окиси олова, или мышьяковистаго ангидрида.

Кріолитовое стекло получается прибавленіемъ къ обыкновеннымъ составнымъ частямъ стекла большаго или меньшаго количества кріолита ($AlFl_3 . 3NaFl$), при чемъ при сплавленіи смѣси фтористый натрій реагируетъ съ кремнеземомъ, образуется кремненатріевая соль и летучій фтористый кремній ($SiFl_4$), а фтористый алюминій остается въ смѣси и сообщаетъ мутность стеклу. Составъ кріолитоваго стекла приближается къ формулѣ:

$$R'_2O, (^1/_3 \text{ до } 1)RO, 6SiO_2, (^2/_7 \text{ до } 1)AlFl_3,$$

гдѣ: $R' = Na, K$; $R = Ca, Zn$.

Въ виду сказаннаго, для сбереженія кріолита и для предохраненія печей отъ дѣйствія фтористаго кремнія при приготовленіи кріолитоваго стекла полезно прибавлять къ смѣси количество глинозема (Al_2O_3), эквивалентное содержанію въ смѣси фтористаго натрія; такимъ образомъ удерживается весь фторъ въ стеклѣ (Zsigmondy, 1889).

Вмѣсто дорогаго кріолита нерѣдко употребляютъ плавиковый шпатъ съ каолиномъ для приготовленія мутныхъ стеколъ. Одно изъ подобныхъ стеколъ хорошаго качества имѣетъ составъ:

$$^3/_4K_2O, ^6/_7CaO, ^1/_3ZnO, 6SiO_2, ^2/_5AlFl_3.$$

Эмаль—это обыкновенно *непрозрачное* стекло, бѣлое или цвѣтное, которымъ покрываютъ поверхности металлическихъ предметовъ или съ цѣлью украсить ихъ, или же—защитить отъ порчи.

Эмаль для украшеній есть свинцово- или свинцово-борное стекло, сдѣланное непрозрачнымъ при помощи окиси олова и окрашенное прибавленіемъ соотвѣтственныхъ окисей металловъ. При употребленіи эмаль измельчаютъ въ порошокъ, при помощи воды превращаютъ въ тѣсто, наносятъ слой его на металлическую поверхность, которую желаютъ покрыть эмалью, и помѣщаютъ затѣмъ въ муфельную печь для сплавленія эмали; послѣ сплавленія эмаль обыкновенно полируютъ.

Эмаль, служащую для покрытія чугунной посуды, готовятъ безъ свинца, и она представляетъ собою тугоплавкое мутное стекло, содержащее борную кислоту. Число составовъ, предложенныхъ для эмалированія чугунныхъ издѣлій, очень велико, но всѣ они сводятся къ тому, что на хорошо очищенную металлическую поверхность наносятъ сначала слой изъ мелкоистолченнаго прозрачнаго стекла, разведеннаго водой, затѣмъ обсыпаютъ этотъ слой порошкомъ изъ мутнаго стекла и предметъ обыкновенно нагрѣваютъ въ муфельной печи до сплавленія нанесенной на него стекляной смѣси.

Хорошую эмаль для чугуна даетъ слѣдующій составъ:

Сплавляютъ 18 кгр. бѣлаго песка съ 9 кгр. буры; полученное стекло измельчаютъ и 15 кгр. его смѣшиваютъ съ 3,5 кгр. бѣлаго песка, 2,25 кгр. каолина и 0,064 кгр. гипса. Полученную смѣсь вновь сплавляютъ, измельчаютъ, прибавляютъ къ ней 0,128 кгр. буры, разводятъ водою и покрываютъ поверхность эмальируемаго предмета. Влажный слой обсыпаютъ мелкимъ порошкомъ эмали, которую приготовляютъ сплавленіемъ:

15 кгр. измельченнаго стекла.
18 „ бѣлаго песка.
7,5 „ окиси кальція.
12 „ буры.
0,5 „ окиси магнія.

Издѣліе, покрытое двойнымъ слоемъ стекляной смѣси, подвергается затѣмъ нагрѣванію въ муфельной печи до сплавленія нанесенныхъ на поверхность издѣлія составовъ.

Окрашенныя стекла. Окраска стекляныхъ издѣлій производится двоякимъ образомъ: или окрашиваютъ всю массу стекла (массивное цвѣтное стекло), или только покрываютъ безцвѣтное стекло слоемъ цвѣтнаго (покрывочное стекло). Этотъ послѣдній способъ употребляется въ томъ случаѣ, если окраска такъ густа, что при выработкѣ предмета изъ одного окрашеннаго стекла онъ былъ-бы непрозраченъ. При покрываніи безцвѣтнаго стекла слоемъ цвѣтнаго въ печь помѣщаютъ два горшка: одинъ съ безцвѣтнымъ, другой съ цвѣтнымъ сплавомъ. Набираютъ сначала цвѣтное стекло, затѣмъ безцвѣтное, или наоборотъ и затѣмъ выдуваютъ предметы обыкновеннымъ образомъ или же (въ Англіи) выдуваютъ изъ цвѣтнаго стекла шаръ, раскрываютъ его въ мѣстѣ, противуположномъ трубкѣ, и превращаютъ въ полушаріе. Въ это полушаріе помѣщаютъ пульку изъ бѣлаго стекла, образованную на другой трубкѣ, выдуваютъ пульку бѣлаго стекла настолько, чтобы она плотно пристала къ цвѣтному стеклу, отдѣляютъ это послѣднее отъ трубки и перерабатываютъ затѣмъ какъ одно цѣлое. Чтобы устранить необходимость имѣть отдѣльный горшокъ для цвѣтнаго стекла, изъ этого послѣдняго приготовляютъ толстыя палочки, которыя у каждаго мастера подъ рукой. Безцвѣтное стекло набираютъ на трубку, а кусокъ цвѣтного стекла, прикрѣпленнаго къ желѣзному пруту, размягчаютъ и наводятъ его ровнымъ слоемъ на поверхность набранной пульки безцвѣтнаго стекла.

Для окрашиванія стекла (по преимуществу свинцоваго и щелочно-известковаго), какъ было сказано выше, употребляютъ почти исклю-

чительно окиси металловъ, которыми окрашиваютъ стекло въ различные цвѣта, смотря по природѣ окисловъ и составу стекла, температурѣ и продолжительности нагрѣванія.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ указаны окрашиванія, производимыя различными окислами въ щелочно-известковомъ и свинцовомъ стеклахъ:

	Натрово-известковое стекло.	Кали-известковое стекло.	Кали-свинцовое стекло.
Окись кобальта . .	синее	синее	синее
Окись мѣди	небесно-голубое	небесно-голубое	зеленое
Закись мѣди (Cu_2O)	красно-пурпурово-желтоватое	красно-пурпурово-желтоватое	красно-пурпурово-кровавое
Окись хрома . . .	зелено-желтое	зелено-желтое яркое	зелено-красноватое
Окись урана . . .	зелено-желтое	канареечно-желтое	топазово-желтое
Перекись марганца	красновато-фіолетов.	фіолетово-аметистовое яркое	красновато-фіолетов.
Окись никеля .	желтовато-фіолетов. темное	аметисто-фіолетовое темное	васильково-фіолетовое
Окись желѣза . . .	зеленое, бутылочное	бутылочное, зеленое съ желтымъ оттѣнк.	желтовато зеленое темное
Закись желѣза. . .	зелено-синее	почти синее	—
Окись золота . . .	каштановое и синее	красное и розовое	красное и розовое
Окись серебра. . .	желтое	желтое	желтое
Сѣрнистая мѣдь . .	желтое	желтое	желтое

Красное стекло получаютъ почти исключительно золотымъ пурпуромъ (стр. 719) или другими препаратами золота, а также закисью мѣди.

Препараты золота даже въ очень незначительныхъ количествахъ сообщаютъ стеклу весьма яркій рубиновый цвѣтъ со слабымъ желтымъ оттѣнкомъ. Такое стекло тотчасъ послѣ сплавленія имѣетъ слабый топазовый цвѣтъ и пріобрѣтаетъ свой настоящій цвѣтъ только послѣ охлажденія и новаго нагрѣванія до темно-краснаго каленія. Окраска обусловливается металлическимъ золотомъ, растворенным въ стеклѣ. Для приготовленія *золотаго рубиноваго* стекла берутъ свинцово-каліевое стекло и окрашиваніе производятъ препаратами золота въ смѣси обыкновенно съ другими окислами. Одинъ изъ многочисленныхъ рецептовъ для приготовленія золотаго рубина—слѣдующій:

Золото (въ видѣ $AuCl_3$)	0,0492%
Окись олова	0,6
Окись желѣза	2,2
Окись свинца	22,3

Магнезія	0,5%
Известь	3,8
Натръ и кали	12,5
Кремнеземъ	58,9

Не менѣе красивый темно-пурпуровый цвѣтъ сообщаетъ стеклу *окись мѣди* въ присутствіи возстановляющихъ тѣлъ (закиси олова), при чемъ растворяется въ стеклѣ закись мѣди [1]), сообщая стеклу прекрасный рубиновый цвѣтъ (*мѣдный рубинъ*). Для полученія такого стекла къ готовому расплавленному обыкновенному или свинцовому стеклу прибавляютъ 1 — $^1/_2$% черной окиси мѣди или мѣдной окалины и 1 — 2 ч. на 1 ч. мѣднаго окисла тонкаго листоваго или жженаго олова (или 1 — $1^1/_2$ ч. желѣзной окалины или тонкихъ желѣзныхъ опилокъ), при чемъ часть мѣди садится на дно тигля, другая растворяется въ стеклѣ при долгой плавкѣ въ покрытомъ тиглѣ, и въ результатѣ получается прозрачное бѣлое или буроватое стекло, которое при разогрѣваніи или послѣдующей переработкѣ въ качествѣ покрывочнаго стекла принимаетъ цвѣтъ рубина.

Если сплавить стекло (всего лучше щелочно-известковое, богатое щелочами) съ мѣдной окалиной (около 5%) и при возможно высокой температурѣ возстановлять такимъ же количествомъ олова или желѣзной окалиной, затѣмъ очень медленно и равномѣрно охлаждать полученный сплавъ до затвердѣнія, тогда часть мѣди выдѣлится въ видѣ кристалловъ, и получится красновато-просвѣчивающій сплавъ, содержащій золотистыя блестки металлической мѣди (*авантуринъ* [2]).

При сплавленіи свинцово-известковаго стекла съ избыткомъ мѣдной окалины получаются стекла очень красиваго ярко-краснаго цвѣта (*гематинонъ*), извѣстныя уже Римлянамъ. При медленномъ охлажденіи расплавленныхъ гематиноновъ, очень богатыхъ мѣдью, получается сплавъ, состоящій изъ зеленоватой прозрачной среды, переполненной крупными кристаллами закиси мѣди въ видѣ звѣздъ съ перистыми лучами свѣтло- или темно-краснаго цвѣта, обладающими дихроизмомъ (*пурпурины*, *астралитъ*).

Для *синяго* или *голубаго цвѣта* употребляютъ всего чаще закись кобальта или въ чистомъ видѣ (для высокихъ сортовъ стекла), или въ видѣ такъ-назыв. цафры (стр. 666).

---

[1]) Ch. Guinet и L. Magne (1890), а также P. Zulkowski (1897) оспариваютъ мнѣніе Ebell'a (1874), что окрашиваніе стекла въ красный цвѣтъ зависитъ отъ металлической мѣди, а приписываютъ его закиси мѣди, какъ это принимали и прежде.

[2]) Въ минералогіи подъ этимъ названіемъ подразумѣваютъ кварцъ, въ которомъ вкраплены листочки слюды.

Одной вѣсовой части окиси кобальта достаточно, чтобы сообщить 1000 ч. безцвѣтнаго стекла темно-синій цвѣтъ.

Для *фіолетоваго цвѣта* употребляютъ перекись марганца и закись никкеля.

Для *зеленаго цвѣта* употребляютъ окись мѣди и окись хрома. Мѣдь прибавляютъ въ видѣ яри-мѣдянки или мѣдной окалины въ смѣси съ окисляющими тѣлами, напр. селитрой. Окись хрома сообщаетъ стеклу очень живой зеленый цвѣтъ, и ее прибавляютъ къ стеклу въ видѣ двухромовокаліевой соли (стр. 658), а также въ видѣ гюинетовой зелени (стр. 662).

Для окрашиванія въ *желтый цвѣтъ* служатъ сѣрнистыя щелочи (при прибавленіи ихъ къ стеклу какъ таковыхъ или при образованіи ихъ въ стеклѣ возстановленіемъ сульфата углемъ или сѣрой), сѣрнистый кадмій, а также окись сурьмы, которую употребляютъ или въ видѣ двойнаго соединенія окиси и сѣрнистой сурьмы (получаемаго при обжиганіи сѣрнистой сурьмы, стр. 706) или въ видѣ сурьмянокаліевой соли. Самый красивый желтый цвѣтъ даютъ соединенія серебра (Ag_2O, AgCl, AgBr, Ag_2S), которыя употребляютъ обыкновенно для поверхностнаго окрашиванія (лазированія) при живописи на стеклѣ. Для этой цѣли серебряное соединеніе (всего лучше AgCl и Ag_2O) смѣшиваютъ съ 4—5 ч. индифферентнаго порошка (трубочная глина, охра, мумія) и водой и густо наводятъ на стекло. При обжиганіи въ муфелѣ часть серебра растворяется поверхностью стекла, окрашивая ее въ желтый цвѣтъ, который обнаруживается послѣ соскабливанія несплавленной части смѣси.

Окись урана [1]) употребляется для окрашиванія стекла въ *зеленовато-желтый цвѣтъ*.

---

[1]) Ураиъ встрѣчается въ природѣ преимущественно въ видѣ *урановой смоляной руды*, состоящей почти цѣликомъ (76—80%) изъ закиси-окиси урана ($UO_2.2UO_3 = U_3O_8$) съ примѣсью свинцоваго блеска, желѣзнаго колчедана, сѣрнистаго мышьяка, соединеній кобальта, никкеля и т. п. Растворяя урановую смоляную руду въ азотной кислотѣ, удаляя изъ раствора постороннія примѣси и выпаривая растворъ, получаютъ азотноураниловую соль, кристаллизующуюся съ 6 частицами воды [$UO_2(NO_3)_2+6H_2O$], въ большихъ лимонно-желтыхъ призмахъ, легко растворимыхъ въ водѣ и спиртѣ. Накаливаніемъ азотноураниловой соли при 250° получается окись урана (UO_3) въ видѣ желтаго порошка. Ѣдкія щелочи осаждаютъ изъ раствора азотноураниловой соли и другихъ ураниловыхъ солей желтые осадки щелочныхъ *уранатовъ* ($U_2O_7K_2$, $U_2O_7Na_2$), которые нерастворимы въ водѣ, но растворяются въ кислотахъ. Натріевая соль встрѣчается въ продажѣ подъ названіемъ *урановой желтой краски* и употребляется для окраски стекла и фарфора. При накаливаніи окиси урана въ струѣ водорода получается *закись урана* (UO_2), въ видѣ чернаго порошка. При накаливаніи въ воздухѣ она переходитъ въ закись-окись ($UO_2.2UO_3$). Закись урана окрашиваетъ стекло и фарфоръ въ черный цвѣтъ.

Другіе цвѣта получаютъ черезъ смѣшеніе названныхъ окисловъ, если тому не препятствуютъ химическія свойства ихъ. Такъ напр. окись марганца въ смѣси съ окисью кобальта даетъ *коричневый цвѣтъ*; окись мѣди и окись сурьмы вмѣстѣ даютъ *зеленый цвѣтъ* съ *желтымъ отливомъ*.

Черный цвѣтъ сообщаютъ стеклу, окрашивая его большимъ количествомъ марганца, окиси кобальта, закиси мѣди и т. д. и дѣлая его тѣмъ непрозрачнымъ. Закись урана (UO_2) окрашиваетъ стекло въ черный цвѣтъ и она употребляется для приготовленія эмалевыхъ красокъ, служащихъ при живописи на стеклѣ и фарфорѣ.

Самый высокій сортъ цвѣтныхъ стеколъ представляютъ собою такъ-назыв. искусственные или ложные драгоцѣнные камни, фабрикація которыхъ, извѣстная уже Римлянамъ, доведена въ настоящее время до такого совершенства, что даже опытный глазъ ювелира не всегда можетъ отличить ихъ отъ настоящихъ, хотя, конечно, по значительно большему удѣльн. вѣсу и меньшей твердости, ихъ нетрудно отличить отъ этихъ послѣднихъ.

Основаніемъ для полученія искусственныхъ камней служитъ стразъ, т. е. чистѣйшее кали-свинцовое стекло опредѣленнаго состава, который, какъ таковой, служитъ послѣ шлифовки суррогатомъ алмаза. Окрашивая стразъ окислами металловъ, можно получать самые разнообразные искусственные камни.

Такъ, для полученія искусственныхъ камней сплавляютъ (по Donault-Wieland'y, 1819 г.) стразъ съ металлическимъ окисломъ въ слѣдующихъ отношеніяхъ:

Изумрудъ.	1000 ч.	страза	съ	8 ч.	CuO, 0,2 ч. Cr_2O_3.
Сапфиръ	1000 „	„	„	15 „	Co_2O_3.
Топазъ	1000 „	„	„	40 „	сурьмянаго стекла[1]), 1 ч. золотаго
Рубинъ	8 „	„	„	1 „	топазовой смѣси. [пурпура.
Гранатъ	1000 „	„	„	500 „	сурьмянаго стекла, 4 ч. золотаго [пурпура, 4 ч. Mn_2O_3.
Аметистъ	1000 „	„	„	8 „	Mn_2O_3, 5 ч. Co_2O_3, 0,27 золот. пурпура.

Послѣ сплавленія, очень тщательнаго провара и освѣтленія цвѣтной сплавъ медленно охлаждаютъ, послѣ охлажденія разбиваютъ горшокъ, выбираютъ лучшіе куски и шлифуютъ ихъ.

Живопись на стеклѣ производятъ въ общихъ чертахъ слѣдующимъ образомъ: приготовляютъ легкоплавкое цвѣтное стекло, рас-

[1]) *Сурьмяное стекло* получаютъ сплавленіемъ предварительно обожженной сѣрнистой сурьмы или одной, или съ прибавленіемъ необожженной. Оно представляетъ гранатово-красное, прозрачное стеклоподобное тѣло, состоящее главнымъ образомъ изъ сѣроокиси сурьмы (Sb_2OS_2. Срав. стр. 707).

тираютъ его въ самый тонкій порошокъ, прибавляютъ къ цвѣтному порошку большее или меньшее количество безцвѣтнаго легкоплавкаго стекла, смотря по тому, какой густоты цвѣтъ желаютъ получить. Полученную смѣсь растираютъ въ терпентинномъ маслѣ и ею при помощи кисти расписываютъ готовое стеклянное издѣліе, высушиваютъ для удаленія терпентиннаго масла и потомъ нагрѣваютъ въ муфелѣ до той степени, что краска плавится и соединяется съ поверхностью издѣлія, которое должно состоять изъ стекла болѣе тугоплавкаго, такъ чтобы оно вовсе не размягчалось при этомъ обжиганіи.

ГЛИНЯНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

(КЕРАМИКА [1]).

Повсемѣстное нахожденіе глины, легкость ея обработки и настоятельная потребность въ сосудахъ для варки пищи и въ прочномъ огнеупорномъ строительномъ матеріалѣ обусловили возникновеніе гончарнаго производства въ до-историческія времена и быстрое развитіе его у всѣхъ народовъ, при чемъ глиняныя издѣлія очень рано стали изготовлять для удовлетворенія не только матеріальныхъ потребностей человѣка, но и эстетическаго его вкуса. Уже у древнихъ Египтянъ и у древне-азіатскихъ народовъ гончарное производство достигло значительнаго совершенства какъ въ техническомъ, такъ и въ художественномъ отношеніяхъ. Изъ Азіи гончарное производство, слѣдуя за ходомъ цивилизаціи, перешло въ Европу, а именно въ Грецію, гдѣ глиняная посуда была значительно усовершенствована по отношенію къ разнообразію и красотѣ формъ и представляла одинъ изъ важнѣйшихъ предметовъ внѣшней торговли. Изъ Греціи гончарство перешло въ Италію, и мы встрѣчаемъ его уже въ XI в. до Р. Х. у Этрусковъ, потомковъ Пелазговъ, а затѣмъ у Римлянъ, которые усовершенствовали составъ черепка глиняныхъ издѣлій и живопись на нихъ. Послѣ великаго переселенія народовъ (въ V в. по Р. Х.) толчокъ къ дальнѣйшему усовершенствованію глинянаго производства данъ былъ Маврами (въ Испаніи и на Балеарскихъ островахъ), которые познакомили Итальянцевъ съ искусствомъ покрывать глиняныя издѣлія цвѣтною непрозрачною глазурью (*майолика* отъ острова Майорка—одного изъ Балеарскихъ). Сначала майолика употреблялась для изготовленія черепицъ и изразцовъ, а затѣмъ для приготовленія другихъ издѣлій, производство которыхъ (усовершенствованное Lucca della Robia, род.

[1]) Названіе „керамика“ происходитъ отъ греческаго слова „керамосъ“, которое обозначаетъ рогъ (сосудъ для питья). Въ послѣдствіи это названіе распространено на глиняные сосуды, а затѣмъ и на самое производство.

1399 г.) получило здѣсь широкое развитіе въ періодъ 1470—1700 г. и повлекло за собою изобрѣтеніе такъ-называемой *полумайолики* [1]) въ XV в. и *тонкой майолики* (въ XVI в.). Изъ Италіи производство майолики перешло въ другія Европейскія государства, въ которыхъ произведены дальнѣйшія усовершенствованія въ глиняномъ производствѣ. Во Франціи была значительно усовершенствована внѣшность издѣлій съ улучшеніемъ рисунка и глазури (главнымъ образомъ трудами Palissy, 1510—1589) и изобрѣтенъ (*Лун Потерà*, 1673 г.) такъ-называемый французскій мягкій фарфоръ, фабрикація котораго начата была въ Сенъ-Клу въ 1698 г. и продолжалась въ Севрѣ съ 1790 до начала нашего столѣтія, въ подражаніе китайскому (твердому) фарфору, съ которымъ Венеціанцы (Marco Polo, 1298 г.) познакомили Европу, а Португальцы уже въ началѣ 16-го столѣтія стали ввозить въ Европу, но способъ приготовленія котораго не былъ въ то время извѣстенъ европейцамъ. Въ Германіи, а именно въ Саксоніи, былъ вторично изобрѣтенъ (1709 г.) способъ приготовленія китайскаго фарфора алхимикомъ двора Саксонскаго курфирста и короля Польскаго Августа II — *Иваномъ Фридрихомъ Беттгеромъ* и устроенъ первый фарфоровый заводъ въ Мейссенѣ (1710 г.[2]). Въ Англіи наконецъ, трудами величайшаго изъ керамиковъ *Іосія Веджвуда* (Wedgewood, род. въ Стаффордшейрѣ въ 1730, умеръ въ 1795), создана фабрикація гончарной посуды высокаго качества, по свойствамъ массы весьма близкой къ фарфору и относящейся къ классу такъ-назыв. *каменнаго товара*, производство котораго возникло въ Прирейнскихъ провинціяхъ въ XIV в., достигло тамъ высокаго развитія въ XVI в. и привилось въ XVII в. во Франціи, Голландіи и Англіи. Въ Англіи же въ началѣ XVIII в. изобрѣтена (*Амсбюри*) и развита фабрикація тонкаго фаянса, въ усовершенствованіи которой принялъ участіе и *Веджвудъ*. Дальнѣйшее усовершенствованіе въ глиняномъ производствѣ касается главнымъ образомъ улучшенія пріемовъ переработки сырыхъ матеріаловъ и формовки издѣлій (механич. приборы для раздробленія сырыхъ матеріаловъ, глинорѣзки, механич. формовальные круги и т. д.), улучшенія обжигательныхъ печей (непрерывно-дѣйствующая печь Гофмана 1858) и наконецъ болѣе полнаго изученія зависимости между составомъ черепка и глазурью (Seger, Lauth) что повлекло за собою улучшеніе качества и уменьшеніе стоимости издѣлій.

---

[1]) Издѣлія съ краснымъ черепкомъ, крытымъ слоемъ бѣлой глины и прозрачной глазурью.

[2]) Производство твердаго фарфора быстро распространилось въ Европѣ: въ 1720 г. устроенъ фарфоровый заводъ въ Вѣнѣ, въ 1744 г. въ С.-Петербургѣ, въ 1750 г. въ Берлинѣ, въ 1774 г. въ Севрѣ около Парижа.

Въ Россіи, какъ и въ другихъ государствахъ, глиняное производство извѣстно было съ самыхъ древнихъ временъ и изстари получило широкое развитіе въ видѣ кустарнаго промысла во многихъ мѣстахъ, въ которыхъ оно сохранилось и до настоящаго времени и послужило основаніемъ заводскому производству всѣхъ видовъ глиняныхъ издѣлій. Первый фарфоровый заводъ (Императорскій) былъ устроенъ въ Россіи 1744 г.[1]) около С.-Петербурга, второй въ Московской губерніи при с. Вербилкахъ (Дмитріевскій уѣздъ) англичаниномъ *Франціомъ Гарднеромъ* 1754 — 56[2]). Первый фаянсовый заводъ былъ устроенъ казенный въ Межигорьи (близъ Кіева) въ 1798 г.[3]), второй *Брюнеромъ*, *Кобоцкимъ* и *Рейнеромъ* въ Корчевскомъ уѣздѣ Тверской губерніи въ 1809 г.[4]), а затѣмъ въ началѣ этого столѣтія возникли фаянсовые заводы въ Волынской губерніи (Потоцкой въ м. Корцѣ, Де-Мезера въ с. Барановкѣ и друг.), пользовавшіеся извѣстностью.

Сырые матеріалы глинянаго производства.

Главный матеріалъ глинянаго производства—**глины** образовались и образуются вывѣтриваніемъ преимущественно гранитовъ, гнейсовъ и порфировъ, преобладающихъ между массивными породами, входящими въ составъ земной коры. Названныя горныя породы, говоря вообще, состоятъ изъ кварца, полевыхъ шпатовъ (ортоклоза $K_2Al_2Si_6O_{16}$, альбита $Na_2Al_2Si_6O_{16}$, олигоклаза Ab_6An_1 до Ab_2An_1[5]) и друг.) и слюды[6]), иногда съ примѣсью гранита[7]) или роговой обманки[8]) и болѣе или менѣе сложныхъ силикатовъ, содержащихъ глиноземъ. Вода, проникая въ мельчайшія трещины названныхъ массивныхъ породъ и расширяясь тамъ отъ тепла и замерзанія, разрыхляетъ и раздробляетъ породы, при чемъ послѣднія распадаются на свои бли-

---

[1]) Съ точностью годъ основанія завода, впрочемъ, неизвѣстенъ. Достовѣрно только, что заводъ былъ основанъ въ царствованіе Императрицы Елисаветы (1741—1762).

[2]) Заводъ этотъ перешелъ къ М. Кузнецову.

[3]) Заводъ этотъ болѣе не существуетъ.

[4]) Заводъ этотъ перешелъ сначала къ Ауэрбаху, а затѣмъ къ М. Кузнецову.

[5]) Ab=альбитъ=$Na_2Al_2Si_6O_{16}$. An=анортитъ=$Ca_2(Al_2)_2Si_4O_{16}$.

[6]) Силикаты главнымъ образомъ алюминія и калія, рѣже натрія и литія. Въ нѣкоторыхъ слюдахъ важную роль играетъ магній. Часто слюды содержатъ желѣзо, марганецъ, титанъ, фторъ и друг.

[7]) Составъ гранита можетъ быть выраженъ формулой $R'_2R''_2Si_2O_{12}$, въ которой R'=Ca,Fe,Mg,Mn; R''=Al,Fe,Cr.

[8]) Имѣетъ составъ приближающійся къ формулѣ:

$$m(Mg,Fe)_2CaSi_4O_{12} + CaMg(Al_2)_2Si_2O_{12}.$$

жайшія составныя части, напр. гранитъ на пластинки слюды, зерна кварца и полеваго шпата. Одновременно съ механическимъ процессомъ сложные силикаты, при содѣйствіи воды и угольнаго ангидрида воздуха, распадаются на болѣе простые, такъ напр. полевой шпатъ, главныя составныя части котораго кремнеземъ, глиноземъ и щелочи, распадается подъ вліяніемъ воды на растворимый силикатъ щелочи, уносимый водой, и нерастворимый остатокъ — гидратъ кремнекислаго алюминія, который и составляетъ характерную составную часть глинъ:

$$K_2Al_2Si_6O_{16} + 2H_2O = Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O + K_2Si_4O_9.$$

Въ природѣ процессъ вывѣтриванія никогда не происходитъ столь просто и правильно, какъ это выражено въ вышеприведенномъ уравненіи. Сложные силикаты распадаются постепенно, т. е. щелочи удаляются изъ силикатовъ мало по малу съ образованіемъ послѣдовательнаго ряда продуктовъ, представляющихъ переходъ отъ полеваго шпата къ гидрату кремнекислаго алюминія. Большая часть сложныхъ силикатовъ, кромѣ щелочей, окиси алюминія и кремнезема, содержатъ, какъ сказано выше, большую или меньшую примѣсь кремнекислыхъ соединеній кальція, магнія, желѣза и т. п., которыя въ большихъ или меньшихъ количествахъ остаются въ твердыхъ продуктахъ, образующихся при вывѣтриваніи горныхъ породъ. Далѣе составъ твердаго остатка измѣняется еще вторичными реакціями, происходящими какъ между продуктами разложенія, такъ и между послѣдними и составными частями воды и воздуха. Такъ напр. кремнекислыя щелочи выдѣляютъ при дѣйствіи на нихъ угольнаго ангидрида воздуха кремневую кислоту, превращаясь въ углекислыя соединенія, которыя въ свою очередь вступаютъ въ двойное разложеніе съ сѣрнокислыми щелочными землями, содержащимися въ водѣ, образуя при этомъ нерастворимыя соединенія. Наконецъ при вывѣтриваніи гранитовъ и другихъ массивныхъ породъ къ твердому остатку всегда бываютъ примѣшаны зерна кварца, пластинки слюды, куски неизмѣненныхъ полевыхъ шпатовъ и т. д. Такимъ образомъ результатомъ вывѣтриванія массивныхъ породъ является болѣе или менѣе бѣлая смѣсь, состоящая главнымъ образомъ изъ гидрата кремнекислаго глинозема (*каолинъ*, *каолинитъ* [1]) съ примѣсью аморф-

[1]) Въ минералогіи до самаго послѣдняго времени чистый гидратъ кремнекислаго глинозема обозначаютъ безразлично — то каолинитомъ, то каолиномъ. Тѣмъ не менѣе для удобства терминологіи глинъ весьма полезно строго разграничивать эти названія и употреблять первое для обозначенія чистаго гидрата кремнекислаго глинозема, какъ минерала, а второе для обозначенія *горной породы*, состоящей главнымъ образомъ изъ гидрата кремнекислаго алюминія (каолинита). Каолинитъ встрѣчается въ кристаллическомъ, сплош-

наго кремнезема, кварца, неразложенныхъ минераловъ, входящихъ въ составъ вывѣтривавшихся породъ и многихъ другихъ соединеній. Смѣсь эта, если она осталась на мѣстѣ своего образованія, извѣстна подъ названіемъ глины *кореннаго мѣсторожденія*. Часто однако вода, стекая по склонамъ возвышенности, уносила глину кореннаго мѣсторожденія и осаждала ее затѣмъ въ другомъ мѣстѣ въ видѣ болѣе или менѣе мощныхъ пластовъ (*осадочныя глины*). При этомъ переносѣ глинъ происходило въ однихъ случаяхъ очищеніе гидрата кремнекислаго глинозема отъ сопровождающихъ его крупныхъ примѣсей путемъ отмучиванія, въ другихъ наоборотъ примѣшиваніе къ нему другихъ постороннихъ примѣсей, приносимыхъ другимъ встрѣчнымъ потокомъ воды, или путемъ инфильтраціи образовавшагося уже глинистаго слоя, въ третьихъ случаяхъ, наконецъ, то и другое.

Въ виду указанныхъ причинъ, глины отличаются другъ отъ друга не только большей или меньшей примѣсью постороннихъ тѣлъ, но повидимому также составомъ гидрата кремнекислаго глинозема, въ нихъ содержащагося. Въ самыхъ чистыхъ глинахъ гидратъ этотъ имѣетъ обыкновенно составъ, соотвѣтствующій формулѣ:

$$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O.$$

Извѣстны однако глины коренныхъ мѣсторожденій и осадочныя, въ гидратѣ кремнекислаго алюминія которыхъ отношеніе (выраженное въ пайныхъ количествахъ) между окисью алюминія и кремнеземомъ менѣе 2, а также болѣе 2 и доходитъ до 3-хъ и болѣе, при чемъ въ составъ нѣкоторыхъ изъ этихъ гидратовъ повидимому входятъ кромѣ алюминія и другіе металлы (желѣзо, щелоч. металлы и т. д.), представляя какъ бы продукты еще не полнаго разложенія сложныхъ силикатовъ.

номъ и землистыхъ видахъ. Согласно этому отличаютъ три разновидности каолинита: накритъ, каменный мозгъ и фарфоровую глину. *Накритъ* встрѣчается въ видѣ вѣерообразныхъ до полушарообразныхъ аггрегатовъ, состоящихъ изъ пластинчатыхъ кристалловъ (моноклинической системы, Hussak, 1889), также сплошнымъ съ тонко-чешуйчатыми выдѣленіями. *Каменный мозгъ* встрѣчается сплошнымъ или вкрапленнымъ, какъ и *фарфоровая глина*, которая кромѣ того встрѣчается въ видѣ псейдоморфоза по ортоклазу и сроднымъ съ нимъ минераламъ. Въ чистомъ видѣ каолинитъ имѣетъ бѣлый цвѣтъ, но нерѣдко окрашенъ въ различные цвѣта примѣсями. Накритъ имѣетъ перломутровый блескъ и двойное лучепреломленіе; онъ просвѣчиваетъ по краямъ; другія разновидности каолинита матовыя и непрозрачныя. Твердость накрита=3,0 и менѣе; фарфоровая глина легко истирается. Уд. в. 2,2 ... 2,5. Химическій составъ каолинита неопредѣленъ съ точностью. Въ большей части случаевъ ему придаютъ составъ, соотвѣтствующій формулѣ $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ или вѣрнѣе $H_4Al_2Si_2O_9$, такъ-какъ каолинитъ теряетъ воду только при температурѣ между 300—770° и такъ-какъ онъ обладаетъ свойствами кислой соли.

Что касается физическаго строенія гидрата кремнекислаго глинозема, содержащагося въ глинахъ, то въ однѣхъ онъ имѣетъ болѣе или менѣе кристаллическій характеръ, въ другихъ кристалличность мало выражена, и тѣмъ менѣе, чѣмъ болѣе глины эти удалены отъ кореннаго мѣсторожденія, а слѣдовательно чѣмъ болѣе онѣ подверглись механической переработкѣ.

Изъ вышесказаннаго ясно, что свойства различныхъ глинъ должны быть очень разнообразны, но тѣмъ не менѣе, содержа одну общую составную часть—гидратъ кремнекислаго глинозема—глины должны имѣть извѣстное родственное сходство.

Цвѣтъ глинъ весьма разнообразенъ—начиная отъ чистаго бѣлаго до желтаго, отъ желтаго до краснаго и темнобураго, отъ синяго до совершенно чернаго. Эта окраска глинъ обусловливается главнымъ образомъ органическими тѣлами и гидратомъ окиси желѣза, вслѣдствіе чего глины, окрашенныя органическими тѣлами, бѣлѣютъ при обжиганіи въ присутствіи воздуха, а окрашенныя окись желѣза при тѣхъ же условіяхъ принимаютъ красный цвѣтъ, тѣмъ болѣе темный, чѣмъ выше температура обжиганія; при очень же высокой температурѣ и въ возстановительномъ пламени эти послѣднія принимаютъ зеленоватый и наконецъ черный цвѣтъ отъ образованія низшей степени окисленія желѣза (Ad. Remelé, 1868). При обиліи глинозема (напр. 15 Al_2O_3 на 1 Fe_2O_3) или углеизвестковой соли (не менѣе 3,0—3,5% на 1% Fe_2O_3) при достаточно сильномъ и продолжительномъ обжиганіи въ окислительномъ пламени красная окраска отъ желѣза слабѣетъ, и глина принимаетъ желтоватый цвѣтъ.

Удѣльный вѣсъ глинъ колеблется между небольшими предѣлами, а именно между 2,0 и 2,5.

Твердость глинъ очень различна—отъ твердости рыхлаго высохшаго ила до твердости камня, трудно-измельчаемаго механическимъ путемъ.

Отношеніе глинъ къ водѣ очень характерно. Глины не растворяются въ водѣ, но сухая глина прилипаетъ къ языку и погруженная въ воду впитываетъ ее иногда съ такою жадностью, что воздухъ съ шипѣніемъ удаляется изъ ея поръ, при чемъ однѣ глины (жирныя) впитываютъ воду только до извѣстнаго предѣла, за которымъ глина становится водонепроницаемой и только при растираніи ее съ избыткомъ воды превращается въ гущу, другія (тощія)—при этомъ впитываніи воды сами распускаются въ гущу. Тѣмъ не менѣе всѣ разновидности глинъ могутъ быть смѣшаны съ водой и превращены въ однородное тѣсто болѣе или менѣе густое, смотря по количеству прибавленной воды.

Глина, превращенная водой (60 — 80%) въ тѣсто, обладаетъ въ высшей степени цѣннымъ свойствомъ *пластичности*, обусловливаемой большею подвижностью частицъ глины и почти полнымъ отсутствіемъ упругости глинянаго тѣста. Вслѣдствіе подвижности частицъ, глиняному тѣсту легко придать давленіемъ любую форму, которую оно сохраняетъ, благодаря отсутствію упругости. Свойство пластичности принадлежитъ далеко не въ одинаковой степени всѣмъ составнымъ частямъ глинъ: кварцевый песокъ, равно какъ и частицы слюды имъ вовсе не обладаютъ, известковыя соединенія и окись желѣза обладаютъ этимъ свойствомъ уже въ значительной степени; высокой степенью пластичности глины обязаны главнымъ образомъ присутствію въ нихъ гидрата кремнекислаго глинозема, который по этому и носитъ названіе „*пластическаго элемента глинъ*“. Тѣмъ не менѣе глины коренныхъ мѣсторожденій менѣе пластичны, чѣмъ осадочныя, быть можетъ вслѣдствіе большей кристалличности гидрата кремнекислаго глинозема и слѣдовательно крупности частицъ (*Алексѣевъ*, 1896), въ нихъ содержащихся. Интересно, что пластичность глинъ увеличивается прибавленіемъ незначительныхъ количествъ кислотъ (уксусной, соляной) и уменьшается прибавленіемъ незначительныхъ количествъ щелочей (Seger, 1891). Чѣмъ пластичнѣе глина, тѣмъ болѣе она поглощаетъ воды и тѣмъ труднѣе ее отдаетъ.

Глиняное тѣсто при высушиваніи на воздухѣ теряетъ большую часть, а при 120° всю механически-связанную воду, при чемъ уменьшается въ объемѣ (*усадка, усыханіе глинъ*), теряетъ свою пластичность и становится твердымъ, но при размѣшиваніи съ водой вновь пріобрѣтаетъ пластичность. При болѣе сильномъ нагрѣваніи глина сначала не измѣняется далѣе, но при температурѣ краснаго каленія (около 450°) или нѣсколько ниже она теряетъ гидратную воду, уменьшается опять въ объемѣ и превращается въ каменистую, болѣе или менѣе порозную массу, которая съ жадностью впитываетъ воду, но не способна съ водою вновь образовать пластическое тѣсто, а наоборотъ примѣшанная въ видѣ мелкаго порошка къ глинѣ уменьшаетъ ея пластичность (обожженная глина). При дальнѣйшемъ возвышеніи температуры связь между частицами глины все болѣе и болѣе увеличивается, и глина становится тверже и менѣе порозной, затѣмъ прекращается усадка, порозность исчезаетъ, твердость увеличивается до того, что глина даетъ искру при ударѣ о сталь, и, наконецъ, при еще болѣе высокой температурѣ наступаетъ плавленіе и превращеніе глины въ тугоплавкое стекло. Температура, при которой происходитъ это сплавленіе, весьма различна для различныхъ видовъ глинъ и зависитъ до извѣстной степени отъ ихъ состава. Глины, состоящія изъ чистаго ги-

драта кремнекислаго глинозема, противустоятъ самымъ высокимъ температурамъ нашихъ заводскихъ печей и извѣстны подъ названіемъ *огнеупорныхъ*. Глины, состоящія изъ гидрата кремнекислаго глинозема съ примѣсью кремнезема (до предѣла $Al_2O_3.6SiO_2$[1]), а въ особенности съ примѣсью основаній (магнезія, известь, окись желѣза, щелочи) или силикатовъ ихъ, плавятся при болѣе низкихъ температурахъ, такъ-какъ при нагрѣваніи такихъ глинъ образуются или кремнекислый глиноземъ болѣе богатый кремнеземомъ, или же двойные силикаты, температура плавленія которыхъ ниже температуры плавленія кремнекислаго глинозема состава $Al_2O_3.2SiO_2$.

Законной зависимости впрочемъ между составомъ глинъ и ихъ огнеупорностью до сихъ поръ не найдено, тѣмъ не менѣе для глинъ достаточно чистыхъ, т. е. состоящихъ главнымъ образомъ изъ гидрата кремнекислаго глинозема, можно принять (E. Richters, 1868; C. Bischof, 1869; E. Cramer, 1895), что температура плавленія ихъ зависитъ отъ отношенія, въ которыхъ содержится въ нихъ кремнеземъ, глиноземъ и окислы металловъ, выраженнаго въ *пайныхъ количествахъ* ($SiO_2 : Al_2O_3 : M_nO_m$), причемъ если отношеніе между кремнеземомъ и окислами металловъ остается постояннымъ, то огнеупорность глины увеличивается съ увеличеніемъ содержанія въ ней окиси алюминія, если же отношеніе между кремнеземомъ и глиноземомъ остается постояннымъ, то огнеупорность глины уменьшается съ увеличеніемъ содержанія въ ней окисловъ другихъ металловъ, и объ относительной огнеупорности глинъ можно судить раздѣляя пайное отношеніе ея глинозема къ суммѣ окисловъ на пайное отношеніе кремнезема къ глинозему:

$$\frac{Al_2O_3}{M_nO_m} : \frac{SiO_2}{Al_2O_3}.$$

Полученное частное, *коэффиціентъ огнеупорности Бишофа*, для огнеупорныхъ глинъ колеблется между 14 до 1.

Обладая значительною огнеупорностью, глина какъ въ сыромъ, такъ и обожженномъ видѣ является вмѣстѣ съ тѣмъ плохимъ *проводникомъ тепла*[2]). Это послѣднее свойство дѣлаетъ глину очень пригодной для сооруженія стѣнъ жилыхъ помѣщеній, а также, въ связи съ огнеупорностью, для сооруженія печей, уменьшая потерю тепла че-

---

[1]) Дальнѣйшее прибавленіе кремнезема затрудняетъ плавленіе, такъ-какъ, кремнеземъ, не вступая болѣе въ соединеніе, играетъ роль неплавкаго скелета.

[2]) Коэффиціентъ внутренней теплопроводимости равенъ (по Пеклэ):

Для мѣди	69	Для стекла	0,7 - 0,9
„ желѣза	28	„ обожженной глины. .	0,5—0,7
„ плотнаго известняка .	1,7—2,1	„ дерева.	0,1—0,2

резъ стѣнки ихъ, чѣмъ сберегается расходъ на топливо и сохраняется возможно высокая температура пламени.

Усадка глинъ при ихъ сушкѣ и прокаливаніи также очень различна, при чемъ, говоря вообще, усадка тѣмъ значительнѣе, чѣмъ глина пластичнѣе, и увеличивается (до наступленія плавленія) съ температурой. По *Кармаршу* усадка свѣжо-формованныхъ кирпичей длиной въ 262 мм., шириной 130 мм. и толщиной въ 61 мм. была равна:

	Длина	Ширина	Толщина
Послѣ сушки	7,25%	10,75	9,75
Послѣ сушки и слаб. обжиганія.	8,30	13,00	14,75
Послѣ сильнаго обжиганія . .	11,75	23,00	19,75

Общая усадка глинянаго тѣста отъ сушки до сплавленія можетъ доходить до 25% линейныхъ. При очень высокой температурѣ, вызывающей сплавленіе, можетъ произойти увеличеніе объема глины вслѣдствіе образованія новыхъ химическихъ соединеній, удѣльный вѣсъ которыхъ меньше удѣльнаго вѣса первоначальныхъ составныхъ частей. Расширеніе это однако всегда меньше общей усадки отъ сушки до сплавленія.

Принимая во вниманіе составъ и описанныя выше свойства глинъ, отличаютъ слѣдующіе 4 главныхъ вида глинъ, имѣющихъ самое широкое примѣненіе въ техникѣ:

1) *Фарфоровыя глины* (каолинъ) встрѣчаются на первичныхъ и на вторичныхъ мѣсторожденіяхъ и представляютъ бѣлую или сѣроватую породу, часто содержащую куски, зерна и шлюфъ горной породы, кварца, слюды, полеваго шпата, отъ которыхъ въ практикѣ ихъ очищаютъ отмучиваніемъ. Очищенныя отмучиваніемъ, онѣ состоятъ почти исключительно изъ каолина (въ минералогическомъ смыслѣ). Онѣ малопластичны (тощи), но очень огнеупорны. Ихъ дѣлятъ на три группы: глинистыя, песчанистыя и каменистыя, смотря по тому, преобладаютъ ли въ нихъ глинистое вещество, кварцъ или неразложившаяся порода (полевой шпатъ); нерѣдко всѣ три вида соединены въ одномъ напластованіи. Глинистые каолины вообще пластичнѣе и связнѣе, каменистые обжигаются бѣлѣе. Особенно рѣдки и цѣнны каолины, обладающіе значительною пластичностью. Къ такимъ каолинамъ относятся напр. нашъ глуховскій (Черниг. губ.). Каолинъ служитъ для приготовленія твердаго фарфора и огнеупорныхъ издѣлій.

2) *Фаянсовыя глины*—въ сыромъ видѣ болѣе или менѣе окрашены, послѣ обжиганія принимаютъ бѣлый цвѣтъ. Говоря вообще онѣ богаче желѣзомъ фарфоровыхъ глинъ и въ видѣ механическихъ примѣсей содержатъ кварцевый песокъ, органическія тѣла, немного колчедана. Онѣ огнеупорны и очень пластичны, за немногими исключеніями. Болѣе

пластическіе и бѣлые сорта (*лѣпная, трубочная глина*) служатъ для приготовленія тонкаго фаянса и лучшей каменной посуды. Сорта очень бѣдные желѣзомъ употребляютъ для приготовленія мягкаго фарфора.

3) *Горшечныя или гончарныя глины* принадлежатъ къ осадочнымъ глинамъ и окрашены въ самые разнообразные цвѣта. Онѣ содержатъ менѣе глинозема, чѣмъ предъидущія разновидности, а желѣза и щелочей болѣе, нерѣдко и примѣсь углекальціевой соли. Онѣ пластичны, плавятся въ жару заводской печи и послѣ обжиганія бѣлы или красны. Идутъ на выдѣлку терракотъ, простаго фаянса, изразцовъ, поливаныхъ издѣлій и т. д.

4) *Кирпичныя глины*—самыя распространенныя изъ осадочныхъ глинъ. Онѣ содержатъ много примѣсей — песка, окиси желѣза, углекальціевой соли и т. д., тощи и легкоплавки.

При избыткѣ примѣсей глины теряютъ свойственный имъ характеръ и переходятъ въ такъ-назыв. *глинистыя образованія*. Глинистыя образованія богатыя углекальціевой солью—носятъ названіе *мергелей*, богатыя окисью желѣза—*охры* (болюсъ), богатыя углемагніевой солью—*валяльной глины* и т. п. Валяльная глина непластична, легко растирается, размоченная въ водѣ легко впитываетъ въ себя жиры, почему и употребляется для валянія суконъ.

Для примѣра приведенъ здѣсь химическій составъ болѣе извѣстныхъ представителей важнѣйшихъ видовъ глины:

Элементарный составъ

	SiO_2	Al_2O_3	CaO ($CaCO_3$)	MgO ($MgCO_3$)	Fe_2O_3 (FeO)	Mn_2O_3
Фарфоровыя глины (каолины).						
Китайскій (Tong-Kang) отмуч.	50,5	33,7	—	0,8	1,8	—
„ (Sy-Kang) отмуч.	55,3	30,3	—	0,4	2,0	—
Англійскій (Benage)	44,36	40,0	—	1,93	—	—
Англійскій привозимый въ Россію подъ назв. „China-clay“ отмуч.	44,2	37,90	0,2	0,1	1,0	—
St Yrieix около Limoges (Франція).	46 8	37,3	—	слѣд.	—	—
„ „ „ „ „	48,68	36,92	—	—	—	0,52
Sedlitz около Meissen'a (Германія)	58,6	34,46	—	1,8	—	—
„ „ „ „	46,46	36,37	(1,47)	—	1,22	—
Zettlitz около Karlsbad'a (Австрія) неотмуч.	74,70	17,46	(0,40)	слѣд.	(0,24)	—
„ „ „ „ отмуч.	48,27	37,51	(0,86)	0,51	—	—
Кіевскій (с. Мурзинцы, Звенигородск. у.).	46,17	38,44	слѣды	слѣд.	—	—
„ „ „ „ „	46,17	37,95	0,39	слѣд.	0,46	—
Херсонскій (с. Александровка, Елизаветградск. у.)	43,8	39,2	1,1	0,20	1,3	—
Екатеринославскій (с. Марко-Яръ, Славяносербск. у.).	57,45	30,26	(1,06)	0,94	—	—
Черниговскій (с. Полошки бл. Глухова) отмуч.	46,35	37,00	—	0,15	—	—
Фаянсовыя и друг. глины.						
Московскія (Гжельскія [1]).						
„ с. Минина, мыловка (фаянсовая)	65,13	22,52	(0,48)	(0,90)	2,20	—
„ с. Минина, песчанка (огнеупорн. для капсулей)	74,76	12,46	(2,53)	(0,58)	2,86	—
„ с. Меткомелина (сход. съ песчан., менѣе огнеупорна)	70,33	16,53	(1,20)	(1,32)	2,00	—
„ с. Рѣчицы (огнеупорн. для тиглей и горшковъ)	78,66	9,73	(2,06)	(0,48)	2,06	—
„ с. Жировка (для фаянса въ смѣси съ мыловкой)	57,46	25,26	(1,31)	(1,51)	2,86	—
Новгородскія.						
„ г. Боровичи (огнеупорная)	47,20	34,05	0,96	0,70	4,65	—
„ г. Боровичи (посудная)	53,93	25,76	0,77	0,52	4,88	—
„ г. Боровичи (фаянсовая)	48,39	36,56	0,66	0,56	1,68	—
„ р. Прыкша (верхній слой)	44,80	36,26	—	—	—	—
„ р. Прыкша (нижній слой)	48,68	33,42	—	—	4,50	—
„ г. Боровичи (огнеупорная)	46,06	38,33	—	1,75	—	—
„ „ „ „	50,09	28,49	—	0,55	4,76	—
Кіевскія.						
пестрая гончарная	60,73	16,02	1,25	0,63	7,29	—
синяя кирпичная	49,96	7,33	16,74	1,03	2,39(0,47)	—
лёссъ	76,98	6,96	4,82	1,23	2,10	—

[1]) Разработка глинъ сосредоточена кромѣ села Гжель въ цѣломъ рядѣ селеній, составляющихъ Гжельскій и Карповскій приказы Удѣльнаго Вѣдомства, находящіеся въ Бронницкомъ и Богородскомъ уѣздахъ Московской губ.

[2]) Песокъ содержитъ SiO_2—2,7; Al_2O_3—0,3, друг. основ. 0,5 ч.

[3]) Въ томъ числѣ гигроскоп. 0,84%.

НЪКОТОРЫХЪ ГЛИНЪ.

K_2O	Na_2O	CO_2	SO_3	Cl	H_2O	Песку (чистой глины).	Сумма	
1,9	—	—	—	—	11,2	—	99,9	Ebelmen a Salvetat (1850).
1,1	2,7	—	—	—	8,0	—	100,0	
—	—	—	—	—	12,87	—		
—	1.3	—	—	—	12,5	4,4[2])	100,00	Bischof.
2,5	—	—	—	—	13,0	—	99,6	Berthier (1823).
—	0,58	—	—	—	13,3	—	99,83	Forchhammer (1832).
2,24	—	—	—	—	—	—	98,4	Berthier (1823).
—	—	—	—	—	13,61	—	99,13	Forchhammer (1832).
—	—	—	—	—	5,98	—		
—	—	—	—	—	12,85	—		
—	—	—	—	—	14,70[3])	—	99,31	Лабор. Горн. Департ (1878).
—	—	—	—	—	14,94	—	99,91	Богдановъ (1882).
—	—	—	—	—	14,1	—	100,00	Лабор. Технол. Института.
—	—	—	—	—	7,59	—	97,30	Лагермаркъ.
—	—	—	—	—	16,50	—	100,00	Brognart, (1843).
—	—	—	—	—	7,90	(88,8)		
—	—	—	—	—	6,68	(51)		
—	—	—	—	—	8,03	(50)		
—	—	—	—	—	6,06	(56)		
—	—	—	—	—	11,45	(90)		
0,45	—	—	—	—	12,05	—	99,96	
0,16	—	—	—	—	14,31	—	100,43	
0,19	—	—	—	—	11,65	—	99,89	Лабор. Горн. Департ. (1854).
3,48		—	—	—	15,46	—		
2,33		—	—	—	11,07	—	100,00	
—	—	—	—	—	14,44	—	100,58	
2,02	—	—	—	—	13,70	—	100	Лабор. Горн. Департ. (1856).
0,30		слѣд.	—	—	13,63	—	100,06	
1,24	0,94	12,80	0,92	0,5	4,67	—	99,75	Богдановъ (1882).
0,66	0,80	3,62	—	—	2,56	—	99,88	

Ближайшій составъ нѣкоторыхъ иностранныхъ глинъ по Сегеру (1873—78).

	Ближайшія составныя части глины.			Составъ чистой глины.					
	Кварцъ.	Полевой шпатъ.	Чистая глина.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	K_2O	H_2O (потеря при прокал.).
Каолины изъ Ledetz	3,08	8,66	88,26	45,36	39,58	0,92	0,20	0,21	14,02
Kottiken	6,40	6,19	87,41	44,76	39,65	0,72	0,34	0,02	14,07
Tremosna	4,08	5,63	90,29	45,98	39,36	0,73	0,45	0,99	13,28
Zettlitz	2,30	1,15	96,55	45,36	39,71	1,13	—	1,24	13,32
Lettin	17,21	8,70	74,09	45,63	38,08	0,88	0,66	1,84	13,32
Kaschkau	20,90	0,59	78,51	45,00	39,32	0,75	0,28	0,53	14,20
Sennewitz	35,50	0,73	63,77	45,30	37,15	1,29	0,78	2,02	13,11
Тощая глина для каменн. товара, франц. 1	52,7	2,60	44,63	45,99	38,08	2,44	1,19	2,36	10,76
Тоже жирная 2	25,97	2,49	71,54	45,75	35,77	2,94	0,78	1,24	13,70
Фаянсовая глина, неизвѣст. происх. 3	29,06	2,12	68,82	45,67	37,42	1,44	0,57	0,34	14,41
4	37,48	1,04	61,48	44,27	35,58	1,15	0,60	0,45	16,67
5	30,41	1,89	67,80	46,16	36,17	1,55	0,48	0,97	15,93
6	18,92	1,61	79,47	46,52	38,55	1,01	0,34	0,56	14,32
Бѣлая глина для каменнаго товара.									
Около Кобленца. изъ Ebernhahn	24,03	4,75	71,22	46,62	36,01	1,39	0,73	3,47	10,19
„ Bambach	22,40	1,30	76,30	47,44	37,21	1,68	0,79	4,22	9,69
„ Bendorf	57,15	3,14	39,71	47,44	35,74	1,94	0,88	3,85	9,52
„ Lämmersbach	31,42	2,35	66,23	47,39	36,40	1,52	0,51	3,95	9,92
„ Höhr	41,77	3,50	54,73	47,45	37,88	1,41	0,76	4,08	9,00

Примѣчаніе. Ближайшія составныя части глинъ *Сегеръ* опредѣляетъ, нагрѣвая изслѣдуемыя глины съ крѣпкою сѣрною кислотою, при чемъ часть неразлагающуюся сѣрной кислотою онъ перечисляетъ на кварцъ и полевой шпатъ, а часть разлагающуюся — считаетъ „чистой глиной“ (Thonsubstanz).

Ближайшій составъ Кіевскихъ глинъ по С. Богданову (1882).

	Бѣлая гл.	Пестр. гл.	Синяя гл.	Лёссъ.
Гигроскопич. вода (высуш. надъ сѣрн. к.) .	0,84	6,19	1,91	1,09
Углекальціевая и углемагніевая соли . . .	—	слѣд.	29,56	8,08
Бурый желѣзнякъ	0,54	8,67	4,04	1,53
Гидраты кремнекислаго алюминія	96,87	48,89	17,28	5,44
Кварцевый песокъ	1,45	31,82	32,71	89,42
Прочіе силикаты	0,83	10,28	13,71	
Прочіе несиликаты.	—	0,28	2,72	0,25
Сумма . .	99,69	99,94	99,84	99,72
Максимумъ гигроскопичности.	8,58	17,5.	6,69	2,37%
Пластичность	в. значит.	в. значит.	значит.	отсутств.
Огнеупорность (практич.).	чрез. вел.	невел.	отсутств.	в. велик.
Цвѣтъ	бѣлый	пепельно-сѣрый	зеленоват.	желто-сѣрый

Примѣчаніе. Ближайшій составъ глинъ въ анализахъ *Богданова* былъ опредѣленъ на основаніи элементарнаго анализа, обработки глинъ различ. реактивами и микроскопич. изслѣдованія.

Глины, въ томъ видѣ въ какомъ онѣ встрѣчаются въ природѣ, рѣдко могутъ быть употреблены для изготовленія издѣлій, въ большей части случаевъ къ нимъ примѣшиваютъ другія тѣла съ цѣлью или уменьшить ихъ пластичность (*непластичныя примѣси*) или же увеличить ихъ плавкость (*флюсы или плавни*).

Какъ **непластичныя примѣси** употребляютъ:

1) Кремнеземъ въ видѣ измельченнаго кремня, кварца и бѣлаго песка или, для простыхъ издѣлій, желтаго или краснаго песка. Нерѣдко песокъ передъ употребленіемъ отмучиваютъ.

2) Шамотту (шарматъ, жженка), которую приготовляютъ обжиганіемъ и размоломъ обожженной глины или размоломъ брака и боя издѣлій.

3) Известь въ видѣ мергелей.

4) Древесныя опилки, солома при выдѣлкѣ легкихъ кирпичей; теперь рѣдки, такъ-какъ продуктъ получается неоднородный.

5) Уголь въ видѣ кокса, антрацита или (лучше) графита.

Какъ **флюсы**, которые въ то же время играютъ роль непластичныхъ примѣсей, употребляютъ:

1) Полевые шпаты (ортоклазъ, альбитъ и др.), пегматитъ, а также полувывѣтрившійся полевой шпатъ—корништонъ.

2) Известь въ видѣ мѣла, мрамора, рѣже въ видѣ гипса.
3) Баритъ въ видѣ тяжелаго шпата (рѣдко).
4) Стекляный бой, доменные шлаки, зола и др. (рѣдко).

Обработка глины.

Производство глиняныхъ издѣлій въ общихъ чертахъ очень просто. Глину одну или съ примѣсью другихъ тѣлъ (для уменьшенія пластичности или увеличенія или уменьшенія плавкости), превращаютъ при помощи воды въ тѣсто, изъ котораго формуютъ издѣліе. Издѣліе послѣ формовки высушиваютъ и затѣмъ обжигаютъ, при чемъ оно или сохраняетъ землистый видъ и проницаемость для воды, или же пріобрѣтаетъ значительную твердость и становится непроницаемымъ для воды. Согласно этому свойству всѣ глиняныя издѣлія раздѣляютъ на два большіе класса—на *издѣлія съ сплавленнымъ* и на *издѣлія съ несплавленнымъ черепкомъ*. Тѣ и другія издѣлія могутъ быть или покрыты глазурью, или нѣтъ; въ первомъ случаѣ ихъ называютъ *составными*, во второмъ—*простыми*.

Издѣлія съ сплавленнымъ черепкомъ.

Издѣлія этого класса раздѣляютъ на двѣ группы, смотря по тому, просвѣчиваетъ или не просвѣчиваетъ сплавленный черепокъ. Къ первой группѣ относится *фарфоръ*, ко второй т.-наз. *каменный товаръ*.

Издѣлія съ сплавленнымъ и просвѣчивающимъ черепкомъ. Самый высокій представитель этой группы издѣлій есть такъ-называемый твердый или обыкновенный фарфоръ, черепокъ котораго однороденъ, сплавленъ, мелкозернистъ, просвѣчиваетъ, бѣлъ и тугоплавокъ, ножъ его не чертитъ, изломъ раковистый, удѣльн. вѣсъ 2,07—2,49. Фарфоровую смѣсь готовятъ изъ чистѣйшаго каолина съ примѣсью кремнезема (горн. хрусталь, чистый песокъ) для уменьшенія усадки и флюса (обыкновенно полеваго шпата, иногда мрамора и рѣдко гипса) для облегченія сплавленія [1]). Глазурь имѣетъ почти такой же составъ, какъ и черепокъ, только нѣсколько болѣе легкоплавка;

[1]) Въ видѣ рѣдкихъ исключеній въ природѣ встрѣчаются смѣси каолина, кварца и полеваго шпата въ количествахъ, требуемыхъ для полученія фарфора. Такъ напр. близъ г. Arita въ Японіи встрѣчаются богатыя залежи глины, которая безъ всякихъ примѣсей пригодна для полученія фарфора (мягкаго), а также можетъ служить матеріаломъ для глазури послѣ прибавленія небольшаго количества золы. Составъ этой глины слѣдующій: каолина 49,07%, кварца 14,32%, полеваго шпата 36,61% (Hosoki, 1895).

она всегда безъ свинца и олова. Сплавленіе фарфоровой смѣси происходитъ одновременно съ глазурью. Иногда фарфоровыя издѣлія не покрываются глазурью и тогда они носятъ названіе *бисквита* (Biscuit [1]).

Относительныя количества, въ которыхъ смѣшиваютъ названные матеріалы для полученія фарфоровой смѣси, очень различны, смотря по составу самыхъ матеріаловъ и качеству изготовляемыхъ издѣлій, какъ это видно изъ нижеприведенной таблицы, представляющей результаты обширныхъ изслѣдованій *Сегера* (H. Seger, 1880) надъ составомъ фарфоровыхъ смѣсей (необожженныхъ) различнаго происхожденія.

[1]) Biscuit въ буквальномъ переводѣ значитъ „двукратно обожженный“, чего именно при производствѣ неглазированнаго фарфора не происходитъ. Въ видѣ исключенія бисквитъ готовятъ только изъ смѣси глины и полеваго шпата; бисквитъ этотъ отличается большею розрачностью и мраморнымъ блескомъ съ поверхности (Seger, 1892).

	Элементарный составъ фарфоровыхъ смѣсей.										Ближайшія составныя части фарфоровыхъ смѣсей.			
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CoO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O	CO_2	Сумма	Полевой шпатъ.	Кварцъ.	Глина.	Углекальц. соль.
Севръ (смѣсь посудная)	52,94	28,91	0,48	3,99	0,17	1,70	0,68	9,12	2,48	100,47	15,11	12,05	66,37	6,47
J. Pouyat въ Limoges.														
смѣсь высшаго качества . . .	64,28	23,49	0,87	1,77	слѣды	1,11	3,07	5,48	0,69	100,76	36,84	19,50	42,05	1,61
смѣсь обыкновенная.	64,52	22,07	0,97	2,10	слѣды	1,35	3,13	5,60	0,57	100,31	33,84	22,64	42,23	1,29
L. Sazerat въ Limoges.														
смѣсь высшаго качества. . .	64,32	23,64	0,83	0,86	слѣды	2,66	1,82	5,98	—	100,11	33,36	21,17	45,47	—
смѣсь обыкновенная.	60,42	26,47	0,52	1,37	—	2,75	1,62	7,19	—	100,32	26,40	19,24	54,36	—
смѣсь для тяжелаго фарфора.	60,53	26,37	0,75	0,69	слѣды	2,95	1,44	6,39	—	99,12	23,49	20,21	56,30	—
Японская смѣсь I	74,53	16,09	1,03	0,06	0,25	4,37	1,19	2,83	—	100,35	26,80	40,91	32,29	—
II	71,31	19,74	0,73	0,17	—	4,04	0,10	4,01	—	100,10	5,20	45,36	49,44	—
Карлсбадская смѣсь I.	66,78	22,70	0,55	0,97	слѣды	1,07	1,51	6,07	0,55	100,20	17,26	29,62	51,87	1,25
II	65,17	23,63	0,51	1,09	слѣды	2,92	0,90	5,98	0,70	100,90	21,93	24,50	51,97	1,60
Берлинская смѣсь 1877	63,07	23,63	0,53	—	0,40	4,25	4,25	7,00	—	99,98	21,56	23,52	54,92	—

Изъ этой таблицы ясно, что фарфоровая смѣсь, а слѣдовательно и самъ фарфоръ можетъ быть раздѣленъ на два типа: одинъ—богатый каолиномъ и отличающійся огнеупорностью и крѣпостью (севрскій, берлинскій, одинъ изъ японскихъ), другой—болѣе бѣдный каолиномъ и болѣе богатый полевымъ шпатомъ, иногда и кварцомъ, отличающійся бо́льшей легкоплавкостью и прозрачностью черепка (одинъ изъ японскихъ). Выдѣлка втораго типа фарфора развивается въ настоящее время все болѣе и болѣе, такъ-какъ производство его требуетъ меньшаго расхода на топливо, и онъ легче и красивѣе окрашивается.

Первая операція при полученіи фарфора изъ указанныхъ сырыхъ матеріаловъ состоитъ въ *измельченіи матеріаловъ и очищеніи ихъ отъ посторонних примѣсей.*

Измельченіе каолина, какъ и большей части глинъ не представляетъ затрудненій и производится между вальцами или же подъ бѣгунами (стр. 198), и полученный при этомъ порошокъ просѣваютъ, если нужно, черезъ горизонтальныя вращающіяся сита изъ латунной проволоки. Для избѣжанія пыли измельченіе каолина подъ бѣгунами производятъ при напускѣ воды. Послѣ измельченія каолинъ очищаютъ отъ постороннихъ примѣсей (кварцоваго песка и т. д.) отмучиваніемъ, производя его въ чанахъ деревянныхъ (они недолговѣчны), цинковыхъ или кирпичныхъ, снабженныхъ мѣшалками, приводимыми въ движеніе механической силой. Обыкновенно устанавливаютъ два или три подобныхъ чана одинъ надъ другимъ; въ верхній поступаетъ глина и вода, и полученная при этомъ каолиновая гуща переходитъ во второй и третій чанъ, поступая, наконецъ, въ отстойный бассейнъ, въ которомъ каолину даютъ отстояться. Постороннія болѣе тяжелыя примѣси осаждаются на дно чановъ для отмучиванія и отъ времени до времени удаляются изъ послѣднихъ. Для болѣе полнаго отдѣленія крупныхъ примѣсей, каолиновую гущу пропускаютъ при переходѣ изъ перваго чана во второй и изъ третьяго въ отстойный бассейнъ черезъ сита. Вода, употребляемая для отмучиванія, не должна содержать взвѣшанныхъ тѣлъ (мути), а также растворимыхъ соединеній, которыя могли бы осаждаться каолиномъ (органич. тѣла) или выдѣляться изъ нея во время самой работы (двууглекислыя щелочныя земли). Вода, служившая для отмучиванія, вновь можетъ быть употреблена для той же цѣли.

Измельченіе кварца и полеваго шпата представляетъ бо́льшее затрудненіе. Если они въ большихъ кускахъ, то ихъ предварительно закаливаютъ, т. е. нагрѣваютъ до высокой температуры въ шахтовыхъ или отражательныхъ печахъ (стр. 167, 168), послѣ чего ихъ быстро охлаждаютъ, обливая или погружая въ воду, при чемъ въ обрабатываемомъ матеріалѣ образуется много трещинъ, и измельченіе его значи-

тельно облегчается. Послѣ обжиганія кварцъ и полевой шпатъ подвергаютъ *грубому размолу*, а затѣмъ *тонкому* или такъ-наз. *порфиризаціи*. Для грубаго размола употребляютъ толчеи (стр. 196), камнедробилки (стр. 737), вальцы, дезинтеграторы (стр. 736), бѣгуны, а для тонкаго—мельницы съ горизонтальными жерновами (при напускѣ воды для избѣжанія пыли), бѣгуны спеціальнаго устройства, а также шаровыя мельницы (стр. 738)—большіе желѣзные цилиндры (діаметръ 1,3, длина 1 м.), выложенные внутри фарфоровыми плитами и содержащіе кварцовыя или фарфоровыя ядра величиною въ картофелину. Тѣмъ или другимъ способомъ измельченный матеріалъ просѣваютъ.

Послѣ измельченія сырые матеріалы смѣшиваютъ въ должномъ отношеніи, заранѣе опредѣленномъ изъ опыта (*составляютъ смѣсь, массу*). Если матеріалы на заводѣ измельчаются сухимъ путемъ, и на заводъ поступаетъ уже отмученная глина въ сухомъ видѣ[1]), въ такомъ случаѣ отвѣшиваютъ матеріалы въ должныхъ количествахъ, замѣшиваютъ глину водою въ чанѣ, снабженномъ мѣшалкой, и всыпаютъ затѣмъ остальные матеріалы, перемѣшивая гущу. Если же глину отмучиваютъ на заводѣ, а другіе матеріалы измельчаютъ при напускѣ воды, то для сбереженія времени и расходовъ на сушку смѣшеніе матеріаловъ производятъ, не отдѣляя ихъ вполнѣ отъ воды, въ видѣ гущъ, по объему, при чемъ содержаніе взвѣшанныхъ частицъ въ каждой гущѣ опредѣляютъ или высушиваніемъ, или по удѣльному вѣсу (пикнометръ, волчекъ), пользуясь соотвѣтственными таблицами. При употребленіи этого способа составленія смѣси помѣщаютъ гущи извѣстной концентраціи въ чаны, снабженные мѣшалками, и изъ нихъ спускаютъ опредѣленный объемъ каждой изъ гущъ въ общій резервуаръ, также снабженный мѣшалкой, и хорошо перемѣшиваютъ смѣсь. Чтобы въ общій резервуаръ не могли попасть случайно постороннія примѣси, гущи передъ впусканіемъ въ резервуаръ полезно пропускать черезъ тонкое сито, приводимое въ сотрясательное движеніе. Полученная смѣсь должна имѣть густоту сливокъ, такъ-какъ при меньшей густотѣ разнородныя частицы легко раздѣляются по своему удѣльному вѣсу, и получится смѣсь недостаточно однородная. Если готовятъ фарфоръ высокаго качества, то нерѣдко готовую гущу подвергаютъ дѣйствію электромагнитовъ для отдѣленія частицъ желѣза и магнитной окиси (окалины), попавшихъ въ гущу или изъ сырыхъ матеріаловъ, или изъ приборовъ, въ которыхъ эти послѣдніе измельчались. Для этой цѣли за-

[1]) Въ Западной Европѣ отмучиваніе глинъ производятъ нерѣдко на мѣстѣ ихъ добыванія и въ высушенномъ видѣ доставляютъ на заводы для дальнѣйшей переработки, что уменьшаетъ расходъ по перевозкѣ глинъ.

ставляютъ гущу течь по длинному желобу, въ которомъ погруженъ рядъ электромагнитовъ.

Когда гуща вполнѣ готова, отдѣляютъ изъ нея воду для полученія тѣста, пригоднаго для формовки. Для этой цѣли гущѣ даютъ отстояться, спускаютъ отстоявшійся свѣтлый слой, а остальную воду, трудно и медленно отдѣляющуюся отстаиваніемъ удаляютъ:

1) *Высушиваніемъ гущи на воздухѣ*, что рѣдко примѣнимо въ европейскомъ климатѣ.

2) *Поглощеніемъ* воды дномъ и стѣнками резервуара изъ пористой глины или гипса, куда вливаютъ гущу. Способъ этотъ даетъ хорошіе результаты, но непригоденъ для большаго производства, такъ-какъ требуетъ много мѣста и рабочихъ.

3) *Выпариваніемъ*, помѣщая гущу въ плоскіе и длинные чрены (длина 20 м., ширина 1,5 м., глуб. 0,35 м.), сдѣланные изъ желѣза или мѣди, дно которыхъ выложено тонкимъ слоемъ гипса. Чрены нагрѣваютъ отходящей теплотой изъ обжигательной или другой какой нибудь печи. Выпариваніе содѣйствуетъ лучшему перемѣшиванію, но уменьшаетъ пластичность смѣси, а потому оно мало пригодно для фарфоровой смѣси, и примѣнимо болѣе для фаянсовой.

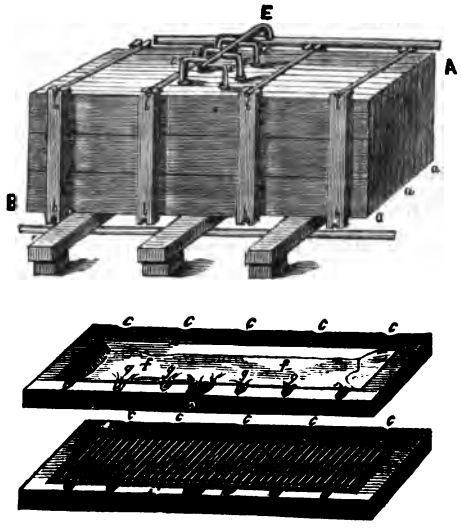
4) *Прессованіемъ* въ винтовыхъ, рычажныхъ или гидравлическихъ прессахъ или же въ фильтрпрессахъ, или наконецъ давленіемъ воздуха.

При прессованіи въ винтовыхъ, рычажныхъ и гидравлическихъ прессахъ (стр. 201) гущу помѣщаютъ въ пеньковые мѣшки, пропитанные льнянымъ масломъ.

Работа при помощи винтовыхъ или гидравлическихъ прессовъ есть работа грязная, неудобная и мало производительная, а потому почти вездѣ отжиманіе воды изъ фарфоровой гущи производятъ при помощи *фильтрпрессовъ*, впервые предложенныхъ Needham'омъ въ 1828 г. для фарфороваго производства и получившихъ въ настоящее время широкое примѣненіе и въ другихъ производствахъ. Фильтрпрессы состоятъ изъ толстыхъ деревянныхъ или желѣзныхъ рамъ, въ которыя вставлены болѣе тонкія желобчатыя доски, такъ что съ обѣихъ сторонъ остается по углубленію (фиг. 318). Въ углубленія эти вкладывается холстина *ff*, краями плотно прилегающая къ рамкѣ и укрѣпляемая на ней крючками. Въ одной изъ длинныхъ сторонъ каждой рамы сдѣланъ полуцилиндрическій вырѣзъ *D*, а въ другой изъ длинныхъ сторонъ цѣлый рядъ такихъ же небольшихъ вырѣзовъ *cc*. Большое число такихъ рамъ складываютъ вмѣстѣ наглухо (фиг. 318) и скрѣпляютъ зажимами *bb*, при чемъ изъ двухъ холстинъ образуется узкій мѣшокъ. Въ такіе мѣшки по колѣнчатымъ трубкамъ *ee* нагнетаютъ (подъ давленіемъ 10 атм.) гущу, изъ резервуара по трубѣ *E*. Каждая трубка *e* плотно вставлена въ круглое отверстіе, обра-

зующееся отъ соединенія вырѣзовъ двухъ рамъ. Вода, фильтруемая подъ давленіемъ черезъ холстину, стекаетъ по желобкамъ досокъ и уходитъ черезъ отверстіе *c* въ нижней части каждой рамки. По наполненіи мѣшковъ осадкомъ гущи, прессъ разнимаютъ и собираютъ смѣсь. Благодаря давленію и тонкости слоя, обезвоживаніе идетъ быстро, и получается смѣсь съ содержаніемъ 25% воды.

Обезвоживаніе глиняной гущи давленіемъ воздуха (Talabot, 1858) производятъ такимъ образомъ, что глиняную гущу помѣщаютъ въ плоскія воронки на металлическую сѣтку, покрытую войлокомъ. Нижнее отверстіе воронокъ сообщаютъ съ цилиндромъ, въ которомъ производятъ разрѣженіе (всего лучше водяной сосулькой, когда заводъ распо-



Фиг. 318.

лагаетъ большимъ количествомъ воды). Способъ этотъ большаго распространенія не имѣетъ.

Когда смѣсь отдѣлена отъ воды, ее подвергаютъ ручному или ножному разминанію, чтобъ придать ей большую однородность. Въ настоящее время разминаніе это производятъ часто при помощи глинорѣзокъ (*тоншнейдеровъ* вертикальныхъ или горизонтальныхъ), устроенныхъ на томъ же принципѣ, на которомъ устроены аппараты для приготовленія машиннаго торфа (стр. 72).

Послѣ мятья на всѣхъ большихъ заводахъ фарфоровую смѣсь (а также другія смѣси для лучшихъ видовъ глиняныхъ издѣлій), подвергаютъ болѣе или менѣе продолжительному вылеживанію—*гноенію*. Для этой цѣли большіе комья смѣси складываютъ въ сырой погребъ и оставляютъ тамъ лежать отъ нѣсколькихъ недѣль до нѣсколькихъ

лѣтъ (у китайцевъ иногда до 100 лѣтъ). При лежаніи бѣлые комья принимаютъ внутри сначала сѣрый, затѣмъ черный цвѣтъ и издаютъ запахъ сѣроводорода.

Въ чемъ заключается процессъ гноенія—съ точностью не опредѣлено, но можно думать, что онъ состоитъ главнымъ образомъ въ измѣненіи органическихъ тѣлъ, попавшихъ въ тѣсто изъ сырыхъ матеріаловъ и воды. Органическія тѣла эти подвергаются особенному роду гніенія, образуя при этомъ гуминовыя соединенія (окрашивающія смѣсь), углекислоту и другія кислоты и возстановляя сѣрнокислыя соли (гипсъ) въ сѣрнистыя соединенія, разлагаемыя кислотами съ выдѣленіемъ сѣроводорода. Процессъ этотъ долженъ содѣйствовать дальнѣйшему вывѣтриванію и перемѣшиванію смѣси, что, въ связи съ образованіемъ кислотъ, должно влечь за собою увеличеніе пластичности тѣста. И дѣйствительно, непосредственный опытъ доказываетъ, что смѣсь послѣ гноенія имѣетъ большую пластичность и кромѣ того менѣе коробится и трескается при сушкѣ и обжиганіи, чѣмъ до гноенія.

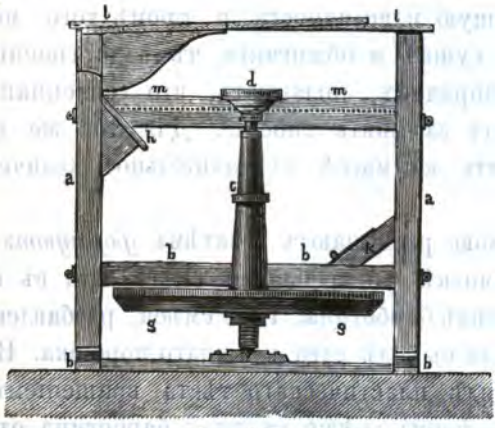
Въ настоящее время, впрочемъ, полагаютъ, что усиленная механическая обработка можетъ замѣнить гноеніе. Для той же цѣли предложено также прибавлять къ массѣ незначительное количество кислотъ (стр. 984).

Смѣсь послѣ гноенія вновь разминаютъ и затѣмъ *формуютъ* изъ нея издѣлія. При этой формовкѣ употребляютъ смѣсь или въ видѣ пластическаго тѣста, или въ видѣ барботина, т. е. смѣси, разбавленной водою до густоты сливокъ, или въ видѣ едва влажнаго порошка. Всего чаще формуютъ смѣсь въ видѣ пластическаго тѣста вращеніемъ на кругѣ безъ или при помощи формъ, рѣже въ видѣ барботина отливкой или въ видѣ порошка сильнымъ прессованіемъ.

Формовка смѣси въ видѣ пластическаго тѣста вращеніемъ на кругѣ есть самый древній способъ формованія глиняныхъ издѣлій, при чемъ первоначально (въ древнемъ Египтѣ) употребляли деревянный горизонтальный дискъ, приводимый въ движеніе рукой (*ручной кругъ*), употребляемый и нынѣ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ нашими кустарями. Затѣмъ ручной кругъ замѣнили такъ-называемымъ *ножнымъ гончарнымъ кругомъ*, примѣняемымъ и въ настоящее время въ широкихъ размѣрахъ. Ножной гончарный кругъ (фиг. 319 и 320) состоитъ изъ веретена *c*, проходящаго черезъ захватъ и нижнимъ концомъ упирающагося на подшипникъ. Къ веретену прикрѣплены два деревянныхъ круга—нижній большой *g* и верхній малый *d*, служащій для помѣщенія формуемаго тѣста. При формовкѣ фарфоровыхъ и другихъ издѣлій высокаго качества, на малый кругъ накладываютъ гипсовый кругъ такихъ же размѣровъ, укрѣпляя его шипами или винтами (фиг. 320).

Цѣль этого гипсоваго круга — поглощать воду изъ глинянаго тѣста и сообщить, вслѣдствіе этого поглощенія, такую крѣпость изготовленному издѣлію, чтобы оно легко могло быть снято съ круга безъ поврежденія.

При формовкѣ мастеръ, сидящій на скамьѣ *h*, толкая кругъ *g* ногой, приводитъ во вращеніе веретено съ кругомъ *d* съ любой скоростью. Для облегченія мастера гончарный кругъ приводятъ въ движеніе рабочимъ, вращающимъ рукоятку маховаго колеса, соединеннаго ремнемъ со шкивомъ, наложеннымъ на веретено вмѣсто большаго круга, или-же приводятъ во вращеніе шкивъ паровой силой. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ аппаратъ снабжаютъ приспособленіемъ для измѣненія скорости вращенія, которымъ мастеръ управляетъ ногой при помощи педали.



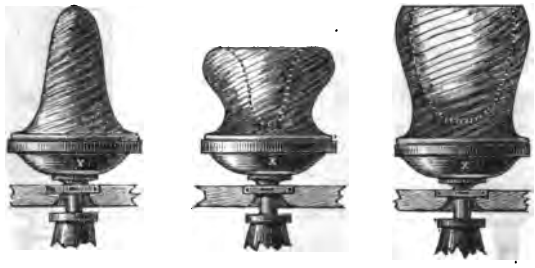
Фиг. 319.

Фиг. 320.

Самую формовку на гончарномъ кругѣ производятъ или исключительно отъ руки, или при помощи формъ. Первый способъ употребляется при изготовленіи издѣлій, имѣющихъ форму тѣлъ вращенія, второй—при изготовленіи издѣлій, имѣющихъ болѣе сложную форму, а также вообще при изготовленіи издѣлій строго опредѣленнаго размѣра или емкости.

При формовкѣ отъ руки мастеръ кладетъ на кругъ *d* комокъ тѣста и, приведя въ движеніе веретено, прежде всего округляетъ комокъ, потомъ, осторожно сжимая его мокрыми руками, придаетъ ему форму, представленную на фиг. 321 *a*, затѣмъ, осторожно нажимая сверху, слегка сплющиваетъ его, повторяя эти пріемы нѣсколько разъ, чтобы сообщить наружной поверхности усѣченнаго конуса возможную ровность. Когда подготовка тѣста кончена, мастеръ приступаетъ къ формовкѣ, производя ее различно, смотря по изготовляемому издѣлію.

При формовкѣ, напр. чашки, мастеръ охватываетъ комокъ массы руками, вдавливая въ него сверху большіе пальцы рукъ и осторожно подымаетъ его края, выводя такимъ образомъ стѣнки сосуда и образуя внутри полость (фиг. 321, *b*, *c*), при чемъ во время всей работы кругъ находится въ движеніи. Контуръ издѣлія по мѣрѣ надобности выравниваютъ *калибрами* или *шаблонами*, т. е. тонкими металлическими пластинками, на одномъ изъ краевъ которыхъ вырѣзанъ точный внѣшній или внутренній контуръ издѣлія. Этимъ вырѣзомъ калибръ осторожно прикладываютъ къ поверхности (внутренней или внѣшней) вращаемаго издѣлія, при чемъ онъ срѣзываетъ и сглаживаетъ всѣ неровности. Въ заключеніе края обрѣзываютъ тонкою металлической проволокой и готовое издѣліе проволокой же срѣзываютъ съ круга и переносятъ въ сушильню. Если издѣліе имѣетъ большіе размѣры, то его снимаютъ вмѣстѣ съ гипсовымъ кругомъ и на немъ же переносятъ въ сушильню.



a *b* *c*

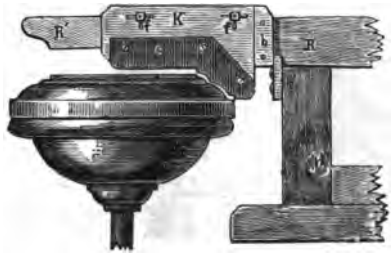
Фиг. 321.

При работѣ въ формахъ, употребляютъ исключительно пористыя формы и въ Европѣ всегда гипсовыя (въ Китаѣ и въ Японіи терракотовыя), которыя при формовкѣ поглощаютъ воду изъ тѣста, вслѣдствіе чего тѣсто твердѣетъ съ поверхности, крѣпнетъ, сжимается и издѣліе легко отдѣляется отъ формы [1]). Формы бываютъ цѣльныя изъ

[1]) Формы готовятъ по *моделямъ*. *Основная модель* дѣлается скульпторомъ изъ глины, для мелкихъ вещей изъ воска. По ней готовятъ *основную форму*, при помощи которой отливаютъ *постоянную модель* или *негативную форму*, непосредственно служащую для отливки гипсовыхъ формъ, идущихъ въ дѣло. Постоянныя модели для небольшихъ вещей тонкой лѣпки дѣлаютъ ради прочности изъ олова или бронзы, а для крупныхъ или болѣе простыхъ—изъ гипса. Чтобы увеличить прочность гипсовыхъ постоянныхъ моделей ихъ пропитываютъ послѣ тщательной сушки горячимъ льнянымъ масломъ; модели выходятъ еще крѣпче, если гипсъ для отливки разводить не чистой водой, а растворомъ квасцовъ, насыщеннымъ при обыкновенной температурѣ. Но даже при указанныхъ пріемахъ гипсовыя модели не отличаются особенной прочностью и быстро изнашиваются, а потому для предметовъ тонкой лѣпки предпочитаютъ изготовлять постоянныя модели изъ шубнаго клея. Для выдѣлки клеевыхъ моделей варятъ клей съ водой до густоты, при которой жидкость

одной или составныя изъ двухъ или нѣсколькихъ частей на шипахъ; въ послѣднемъ случаѣ издѣліе вынимаютъ изъ формъ, разъединяя эти части.

Простѣйшимъ примѣромъ изготовленія издѣлія при помощи формъ можетъ служить формовка тарелки. Мастеръ кладетъ круглую пластинку тѣста опредѣленной толщины, приготовленную на кругѣ или другимъ какимъ нибудь образомъ, на выпуклую гипсовую форму (фиг. 322), укрѣпленную шипами на формовочномъ кругѣ, и, вращая кругъ, прижимаетъ осторожно глиняную пластинку къ формѣ мокрой губкой. Низъ тарелки формуютъ затѣмъ при помощи калибра *K*, который укрѣпленъ на шарнирѣ такимъ образомъ, что можетъ быть приближенъ къ формѣ на разстояніе, равное толщинѣ тарелки, придавая формуемому издѣлію профиль своего вырѣза; въ заключеніе обрѣзываютъ края. При формовкѣ овальнаго блюда или подноса калибръ, по мѣрѣ вращенія круга, движется особеннымъ механизмомъ взадъ и впередъ,



Фиг. 322.

Фиг. 323.

смотря по тому, приближается ли къ нему короткая или удлиненная сторона формы.

Въ настоящее время при формовкѣ плоскихъ предметовъ примѣняютъ машинные круги, которые, приведенные въ дѣйствіе, сами плющатъ комокъ, обрѣзываютъ пластъ при помощи движущихся дисковъ и калибровъ безъ участія мастера (машины системы Фора въ Лиможѣ).

Примѣромъ формовки полаго предмета при помощи формы можетъ служить формовка чашки. Мастеръ дѣлаетъ сначала на кругѣ отъ руки грубое подобіе чашки и помѣщаетъ его въ форму (фиг. 323)

послѣ застыванія пріобрѣтаетъ достаточную твердость. Во время варки, къ клею прибавляютъ еще глицерина (10—15% по вѣсу клея), придающаго издѣлію эластичность. Клеевыя формы передаютъ съ точностью мельчайшія детали основной модели, прочны и, благодаря эластичности, допускаютъ легкое и безопасное отдѣленіе отъ основной формы. При изготовленіи моделей и формъ слѣдуетъ принять во вниманіе, что глина сжимается при сушкѣ и обжиганіи, а гипсъ расширяется при отвердѣніи, а потому требуется предварительно разсчитать, на сколько размѣръ моделей долженъ разниться отъ предполагаемаго размѣра издѣлія.

равномѣрно нажимая на его стѣнки мокрой губкой такъ, чтобы глиняное тѣсто наполнило всѣ углубленія формы. Излишекъ тѣста вверху срѣзываютъ и выравниваютъ внутреннія стѣнки калибромъ, а если это неудобно, то въ полость вкладываютъ и нажимаютъ гипсовую матрицу. Вещи болѣе сложной формы формуютъ по частямъ и соединяютъ затѣмъ отдѣльныя части, смазывая мѣста соприкосновенія барботиномъ (т. е. тою же фарфоровой смѣсью, замѣшанною съ водой въ жидкость густоты сливокъ), играющимъ роль клея.

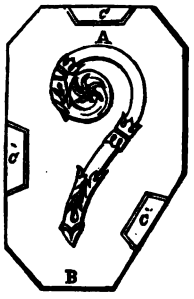
При формованіи на гончарномъ кругѣ фарфороваго и вообще глинянаго тѣста при содѣйствіи гипсовыхъ формъ берутъ болѣе мягкое тѣсто (т. е. тѣсто съ большимъ содержаніемъ воды), чѣмъ при формованіи отъ руки, дабы тѣсто послѣ поглощенія части воды формой сохранило должную пластичность.

При формованіи изъ фарфороваго тѣста предметовъ болѣе или менѣе сложной формы (ручки и носики чайниковъ, скульптурныя издѣлія), а также при формованіи предметовъ простой формы (тарелокъ, блюдъ), съ цѣлью ускорить и удешевить работу, *формованіе* производятъ въ гипсовыхъ формахъ или даже въ металлическихъ формахъ (прессахъ) *безъ содѣйствія гончарнаго круга.*

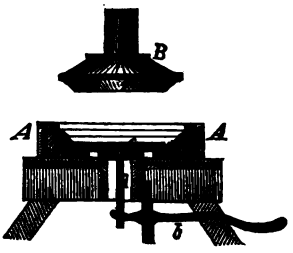
При формованіи въ гипсовыхъ формахъ, эти послѣднія состоятъ изъ двухъ или нѣсколькихъ частей, при чемъ въ этомъ послѣднемъ случаѣ отдѣльныя части формъ (если ихъ много) укладываютъ въ гипсовый футляръ изъ двухъ половинъ. Каждую часть формы отдѣльно наполняютъ тѣстомъ, заполняя тщательно всѣ углубленія, и затѣмъ всѣ части укладываютъ (если нужно) въ обѣ половинки футляра, которыя соединяютъ надавливаніемъ, при чемъ отдѣльныя порціи тѣста слипаются въ одно цѣлое, а излишекъ его выдавливается въ швы формы, нѣсколько расширенные для этого съ внутренней стороны. Когда предметъ окрѣпъ и вынутъ, кантики и разныя неровности снимаютъ острымъ шпателемъ. При выдѣлкѣ ручекъ, напр., употребляютъ формы, состоящія обыкновенно изъ двухъ половинокъ. Въ каждой сдѣлано углубленіе, соотвѣтствующее продольной половинкѣ ручки (фиг. 324). Заполнивъ тѣстомъ углубленія въ каждой половинкѣ, складываютъ форму. Такъ-же формуютъ носикъ чайника, съ тою только разницей, что въ каждую половинку формы нажимаютъ пластинку тѣста. По соединеніи частей формы края пластинокъ слипаются, образуя внутри полость.

При формованіи въ металлическихъ формахъ или такъ-наз. прессахъ, комъ или пластъ фарфороваго тѣста кладутъ въ форму и ударомъ патрицы или штемпеля выполняютъ ея пространство. Способъ этотъ употребляется не только для изготовленія плоскихъ издѣлій

(тарелки и т. д.), но также для болѣе или менѣе глубокихъ и даже замкнутыхъ (чайники и т. п.). Въ послѣднемъ случаѣ формуютъ верхнюю и нижнюю половинки отдѣльно и затѣмъ склеиваютъ ихъ барботиномъ. Прессы бываютъ ручные (винтовые, рычажные) или механическіе (паровые, гидравлическіе и др.). Фиг. 325 изображаетъ существенныя части пресса для выдѣлки тарелокъ. *AA*—матрица, формующая низъ тарелки; сюда кладутъ пластъ фарфороваго тѣста и вгоняютъ патрицу *B*, формующую верхъ тарелки. Затѣмъ, выдвинувъ штемпель, рычагомъ *b* подымаютъ кверху укрѣпленное на оси *d* выдвижное дно формы—*c*. Снявъ съ него осторожно тарелку, дно приводятъ въ прежнее положеніе и прессуютъ новую тарелку. Чтобы предупредить приставаніе тѣста къ формѣ, а слѣдовательно и деформацію издѣлія, внутреннюю поверхность матрицы и нижнюю поверхность патрицы смазываютъ терпентиннымъ масломъ или-же помѣщаютъ подъ пластъ



Фиг. 324.



Фиг. 325.

тѣста и на его поверхность по тонкому каучуковому листочку, которые не мѣшаютъ формовкѣ и легко снимаются съ издѣлія. Еще удобнѣе вкладывать въ углубленіе матрицы тонкую латунную форму, которую послѣ удара штемпеля, смазаннаго терпентиннымъ масломъ, вынимаютъ вмѣстѣ съ издѣліемъ и съ послѣднимъ переносятъ въ сушильню. Послѣ высыханія издѣліе само отстаетъ отъ латунной формы. Употребляютъ также складныя матрицы. Тѣсто при формованіи этого рода берутъ возможно густое, для избѣжанія деформаціи издѣлія при его выниманіи.

Формованіе отливкой производятъ въ гипсовыхъ формахъ простыхъ и составныхъ. Гипсовую форму наполняютъ барботиномъ густоты сливокъ (къ которому иногда прибавляютъ нѣкоторое количество соды для разжиженія смѣси и приданія ей большей подвижности), при чемъ форма довольно быстро поглощаетъ воду, и твердыя частицы смѣси присасываются къ стѣнкамъ формы, отлагаясь въ видѣ непрерывнаго слоя и заполняя малѣйшія углубленія. По мѣрѣ впитыванія воды фор-

мой, слой на стѣнкахъ послѣдней постепенно наростаетъ и, когда онъ достигъ надлежащей толщины, остатокъ барботина сливаютъ и даютъ отложенію окрѣпнуть, при чемъ оно усѣдаетъ и легко вынимается изъ формы. Для толстостѣнныхъ издѣлій барботинъ подливаютъ въ форму нѣсколько разъ. Этотъ способъ формовки пригоденъ вообще только для тощихъ смѣсей (какова фарфоровая), такъ-какъ при употребленіи жирныхъ съ самаго начала образуется отложеніе на столько плотное, что оно не пропускаетъ черезъ себя воду, и дальнѣйшее наростаніе отложенія прекращается. Отливка можетъ быть примѣнена для изготовленія фарфоровыхъ издѣлій всякаго рода, но въ особенности пригодна для изготовленія тонкостѣнныхъ фарфоровыхъ издѣлій, такъ-какъ формованіе ихъ другими способами представляетъ большія трудности. Очень удобенъ этотъ способъ для формованія узкогорлыхъ сосудовъ и фарфоровой химической посуды, каковы реторты, трубки, тонкостѣнные тигли, чашки и т. д. Издѣлія, формованныя отливкой, имѣютъ вообще очень равномѣрный черепокъ, но зато они отличаются рыхлостью и бо́льшей усадкой при сушкѣ. Гипсовыя формы, употребляемыя при этомъ способѣ, не должны быть слишкомъ рыхлы, иначе онѣ при самомъ началѣ слишкомъ быстро всасываютъ воду и скорѣе насыщаются сю, и кромѣ того въ широкія поры легко увлекаются частицы самой смѣси, которыя засариваютъ ихъ. Для приготовленія формъ берутъ обыкновенно на 1 ч. гипса не болѣе 1 ч. воды.

Формованіе прессованіемъ сухой смѣси. При этомъ способѣ формованія смѣсь сушатъ, измельчаютъ подъ бѣгунами, просѣиваютъ и помѣщаютъ въ погребъ, гдѣ она притягиваетъ нѣкоторое количество влаги (только при сильномъ сжатіи въ рукѣ смѣсь должна образовать комки), затѣмъ засыпаютъ въ латунную или желѣзную форму въ должномъ количествѣ (опредѣленномъ изъ опыта) и сильнымъ ударомъ вводятъ патрицу. Чѣмъ сильнѣе давленіе и чѣмъ жирнѣе смѣсь, тѣмъ крѣпче получается продуктъ. Сухое прессованіе употребляется для приготовленія изъ фарфоровой смѣси только предметовъ небольшихъ и относительно простой формы, какъ напр. пуговицъ, телеграфныхъ изоляторовъ и т. д., а также для выдѣлки простыхъ издѣлій, напр. кирпича, плитъ и т. п., для чего оно стало примѣняться въ широкихъ размѣрахъ и, помимо своей простоты и быстроты работы, представляетъ еще ту выгоду, что издѣліе не требуетъ сушки, а прямо поступаетъ на обжиганіе и даетъ меньшую усадку при этомъ послѣднемъ.

Окончательная отдѣлка и сушка формованныхъ издѣлій. Издѣліямъ, формованнымъ тѣмъ или другимъ путемъ, даютъ обсохнуть на столько, чтобы ихъ можно было трогать руками безъ поврежденія, и затѣмъ, если нужно, приступаютъ къ окончательной отдѣлкѣ, кото-

рая состоитъ въ приданіи издѣлію болѣе ровной поверхности точеніемъ, въ сглаживаніи швовъ, а также въ присоединеніи къ корпусу издѣлія *гарнитуры* (носиковъ, ручекъ, рельефовъ, лѣпныхъ украшеній и т. п.). Всѣ эти детали готовятъ отдѣльно и соединяютъ съ корпусомъ при помощи барботина.

Послѣ окончательной отдѣлки продолжаютъ *сушку* издѣлій въ особенныхъ сушильняхъ, нагрѣваемыхъ или паропроводными трубами, или нагрѣтымъ воздухомъ, при чемъ заботятся, чтобъ сушка происходила по возможности медленно, постепенно и равномѣрно, чтобы тѣмъ воспрепятствовать деформаціи издѣлія какъ во время сушки, такъ и во время послѣдующаго обжиганія.

Послѣ сушки фарфоровыя издѣлія подвергаютъ двукратному обжиганію—первому слабому (*малый огонь*, *бисквитное обжиганіе* при 700—800°), которое можно разсматривать скорѣе какъ сильную сушку, второму сильному (*большой огонь*, *глазурное обжиганіе* при темп. 1400—1500°) до сплавленія смѣси. Послѣ перваго обжиганія издѣлія обыкновенно покрываютъ глазурной мутью, которая сплавляется во время втораго обжиганія [1]).

Глазурь для фарфора принадлежитъ къ такъ-наз. *землистымъ глазурямъ* и представляетъ тугоплавкое стекло, состоящее изъ кремнезема, глинозема и щелочей, безъ или съ примѣсью извести, т. е. состоитъ изъ тѣхъ-же химическихъ соединеній, какъ и фарфоровая смѣсь, но содержитъ менѣе глинозема и болѣе другихъ названныхъ окисей. Составъ и свойства глазури должны быть приноровлены къ свойствамъ и составу фарфоровой смѣси, а именно глазурь должна плавиться при температурѣ, при которой производится второе обжиганіе фарфора, и имѣть коэффиціентъ расширенія близкій коэффиціенту расширенія фарфора. Если температура плавленія глазури будетъ ниже указанной, то въ тонкомъ слоѣ она слишкомъ тѣсно соединится съ черепкомъ и потеряетъ блескъ, а въ болѣе толстомъ слоѣ она легко течетъ, а если температура плавленія ея будетъ выше указанной, то она не покроетъ издѣлія равномѣрнымъ прозрачнымъ слоемъ; если коэффиціентъ расширенія глазури будетъ значительно больше или меньше коэффиціента расширенія фарфора, то при остываніи издѣлія глазурь дастъ трещины и неровности. На основаніи существующихъ изслѣдованій можно принять, что глазурь, всего болѣе пригодная для твердаго фарфора, должна имѣть химическій составъ, лежащій между $RO \cdot 0{,}5Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ и $RO \cdot 1{,}25Al_2O_3 \cdot 12SiO_2$ (Seger, 1886 [2]).

[1]) Китайцы обходятся безъ малаго огня, благодаря большой крѣпости тѣста и наведенію глазури пульверизаціей или кистью, и жгутъ свой фарфоръ одинъ разъ.

[2]) Подъ RO подразумѣвается смѣсь щелочныхъ и щелочно-земельныхъ окисловъ.

Въ общемъ фарфоровыя глазури могутъ быть раздѣлены на два типа: однѣ содержатъ только кремнеземъ, глиноземъ и щелочи, другія содержатъ кромѣ того известь. При небольшомъ содержаніи щелочей, глазури перваго типа самыя твердыя и тугоплавкія, но не отличаются блескомъ, сушатъ муфельныя краски и плохо держатъ муфельную эмаль. Глазури втораго типа наоборотъ мягче, плавче, болѣе блестящи, даютъ болѣе флюсости краскамъ и лучше держатъ эмаль. Въ виду этого, глазури перваго типа всего болѣе пригодны для издѣлій, смѣсь для изготовленія которыхъ богата каолиномъ и вообще глиноземомъ, глазури-же втораго типа — для издѣлій, смѣсь для изготовленія которыхъ бѣдна каолиномъ и богаче флюсомъ. Глазурь перваго типа употребляютъ для столовой и химической посуды, которая должна отличаться большою прочностью и твердостью, а глазурь втораго типа употребляютъ главнымъ образомъ для декоративныхъ издѣлій. Для примѣра ниже приведенъ составъ глазури перваго (1, 2) и втораго (3, 4) типа.

	1.	2.	3.	4.
Кремнеземъ (SiO_2) . . .	76,1	75,0	68,0	64,1
Глиноземъ (Al_2O_3) . . .	15,3	14,3	12,0	10,2
Окись желѣза (Fe_2O_3). .	0,1	1,4	—	—
Окись кальція (CaO) . .	0,17	1,2	14,0	21,0
Щелочи	7,5	7,0	6,0	5,1.

1 глазурь Севрскаго твердаго фарфора, 2 глазурь изъ Bayeux, 3 и 4 глазурь китайскихъ тарелокъ.

Матеріалы, служащіе для изготовленія фарфоровой глазури, тѣ же какъ и для приготовленія фарфора, а именно каолинъ, кварцъ, полевой шпатъ и соединенія извести; очень часто примѣшиваютъ къ смѣси обожженный фарфоръ (бой). Такъ, на берлинскомъ фарфоровомъ заводѣ глазурь готовили изъ 31 ч. каолина, 43 ч. кварца, 14 ч. гипса, 12 ч. обожженнаго фарфора (бой); на Мейссенскомъ — изъ: 37 ч. каолина, 37 ч. кварца, 17,5 углекальціевой соли и 8,5 обожженнаго фарфора; на Спб. Императорскомъ: глуховской глины 1 ч., кварца 2 ч., полеваго шпата 12 ч., фарфороваго боя 1 ч., мѣлу 2 ч. Въ Севрѣ глазурь готовятъ исключительно изъ пегматита — породы, состоящей изъ кварца (36,5%) и полеваго шпата (54,6%), и глины (8,9%), содержащей 73—79% кремнезема, 16—18% глинозема, 6—8% окиси калія, 0,4—1,9% окиси кальція, 0,3% окиси магнія, прежде (до 1785 г.) обыкновенно съ прибавкой 2—3% мѣла.

Названные матеріалы, для полученія изъ нихъ глазурной смѣси, подготовляютъ такими же способами, какими подготовляютъ сырые матеріалы, служащіе для полученія фарфоровой смѣси, затѣмъ смѣши-

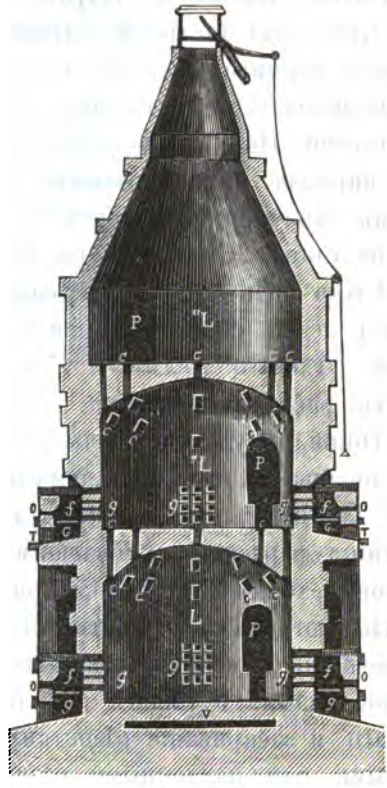
ваютъ въ требуемыхъ количествахъ и съ такимъ количествомъ воды, чтобы получить жидкость густоты сливокъ (42—46° Бомэ). Предварительное сплавленіе составныхъ частей глазури въ стекло невыгодно въ экономическомъ отношеніи и кромѣ того вредно для дѣла, такъ-какъ смѣсь сырыхъ матеріаловъ менѣе быстро осаждается изъ воды, чѣмъ измельченное стекло, и такъ-какъ опытъ показалъ, что при нанесеніи на издѣлія смѣси матеріаловъ реакція между ними и черепкомъ идетъ лучше, чѣмъ при нанесеніи на издѣлія мелко-истертаго стекла изъ нихъ полученнаго.

Глазурная смѣсь наносится на издѣліе послѣ перваго (бисквитнаго) обжиганія, сообщающаго издѣлію большую порозность и неспособность легко распускаться въ водѣ. Нанесеніе это производятъ различнымъ образомъ, но всего чаще *погруженіемъ*. При погруженіи издѣлія въ глазурную муть черепокъ всасываетъ воду, а твердыя частицы, взвѣшенныя въ водѣ, пристаютъ къ его поверхности въ видѣ слоя, толщина котораго увеличивается съ густотой мути, порозностью и толщиною черепка и временемъ его погруженія. Очень тонкій черепокъ быстро насыщается водой, вслѣдствіе чего отложеніе глазури можетъ остановиться ранѣе, чѣмъ будетъ достигнута должная толщина слоя. Поэтому для тонкостѣнныхъ издѣлій берется муть гуще, чѣмъ для толстостѣнныхъ. Чтобъ получить ровный слой глазури погруженіе ведутъ такъ, чтобъ всѣ точки на поверхности издѣлія пробыли въ мути одинаковое время. Такъ напр. тарелку погружаютъ въ глазурь ребромъ съ одного края чана, содержащаго глазурную муть, и вынимаютъ съ противуположнаго. При погруженіи издѣліе осторожно придерживаютъ пальцами въ мѣстахъ, гдѣ глазурь не нужна или отсутствіе ея мало замѣтно, или же эти мѣста покрываютъ затѣмъ глазурью при помощи кисти. Внутреннюю поверхность полыхъ издѣлій глазируютъ, наливая въ углубленія муть, осторожно распредѣляя ее по стѣнкамъ и выливая затѣмъ остатокъ.

Если требуется, чтобы опредѣленныя мѣста издѣлія не были покрыты глазурью или же были покрыты цвѣтною глазурью, то на эти мѣста наносятъ кистью *резерважъ* (сало или растворъ шеллака въ спиртѣ) и затѣмъ погружаютъ издѣліе въ глазурную муть, которая, понятно, не пристаетъ къ мѣстамъ, покрытымъ резерважомъ. Резерважъ удаляютъ затѣмъ слабымъ прокаливаніемъ и накладываютъ (если нужно) на мѣста, которыя имъ были покрыты, цвѣтную глазурь. Издѣлія ломкія, крупныя и сложной формы (статуэтки) покрываютъ глазурью обливаніемъ изъ ковша, а также кистью или опыливаніемъ. Пыль, грязь, жиръ на черепкѣ препятствуютъ приставанію глазури, а потому передъ глазуровкой полезно обчищать издѣлія щеткой.

Послѣ нанесенія глазурной смѣси, издѣлія устанавливаютъ на полкахъ и даютъ имъ высохнуть, что идетъ быстро, благодаря порозности и негигроскопичности черепка. Послѣ высыханія, съ мѣстъ, которыя должны остаться неглазурованными (напр. тѣ, на которыхъ предметъ стоитъ во время обжиганія—какъ нижній ободокъ тарелки и т. д. для воспреп. приставанія), глазурь отдѣляютъ, соскабливая ее ножемъ и щетками. Подобное удаленіе глазури въ данномъ случаѣ вполнѣ возможно, такъ-какъ образующаяся пыль не содержитъ вредныхъ для здоровья соединеній.

Фиг. 326.



Фиг. 327.

Обжиганіе фарфора производили прежде въ лежачихъ пламенныхъ печахъ[1]) или въ одно-этажныхъ круглыхъ стоячихъ пламенныхъ печахъ съ нѣсколькими топками. Въ первой четверти нынѣшняго вѣка, для лучшей утилизаціи тепла, стали употреблять для обжиганія фарфора двухъ- и трехъ-этажныя (двухъ- и трехъ-ярусныя) печи, примѣняемыя всего чаще въ настоящее время. Такая трехъ-этажная печь изображена на фиг. 326—327. Она представляетъ высокую (высота 14 м., діаметръ

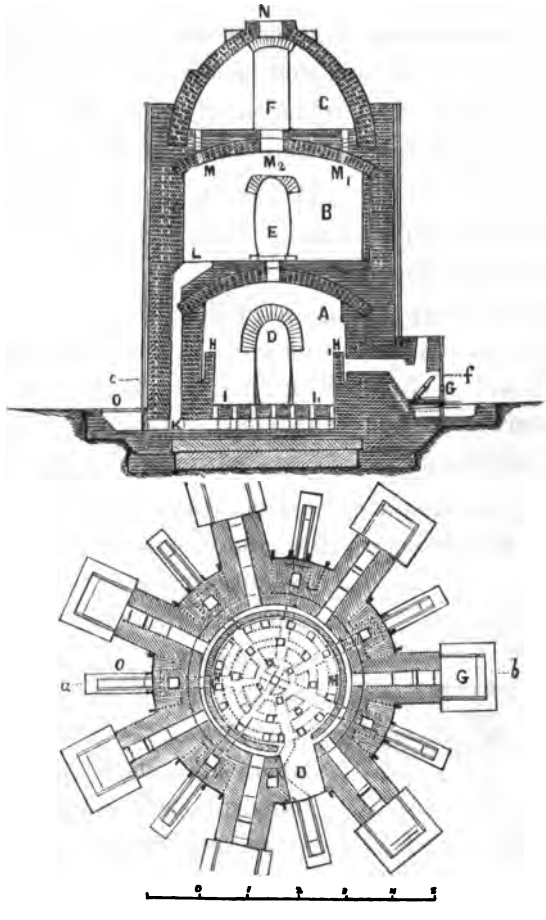
[1]) У китайцевъ обжиганіе фарфора и теперь производятъ въ лежачихъ печахъ.

3,5 м.) пламенную печь, раздѣленную на три этажа и снабженную топками, расположенными вокругъ ея корпуса, что, какъ и круглое сѣченіе печи, благопріятствуетъ равномѣрному нагрѣванію всего нагрѣвательнаго пространства. Нижній ярусъ, снабженный пятью топками *f* съ пламенными выходами *g*, служитъ для втораго (глазурнаго) обжиганія. Отсюда пламя по многочисленнымъ ходамъ *c* въ сводѣ переходитъ во второй этажъ, въ которомъ производятъ первое (бисквитное) обжиганіе фарфора. Этотъ этажъ снабженъ также топками, допускающими (если это нужно) производить въ немъ глазурное обжиганіе. Часто этихъ топокъ не устраиваютъ. Изъ втораго этажа пламенные газы переходятъ въ третій, служащій для обжиганія капсулей и огнеупорнаго кирпича, а также для бисквитнаго обжиганія, если глазурный производятъ и во второмъ этажѣ. *P* — лазы для нагрузки и разгрузки печи. Наружныя стѣнки печи сложены изъ обыкновеннаго строеваго кирпича на известковомъ цементѣ и снабжены съ внутренней стороны огнеупорной футеровкой изъ огнеупорнаго кирпича, сложеннаго на глинѣ. Сводъ камеръ построенъ изъ огнеупорнаго кирпича. Кромѣ того печь эта, какъ и вообще большая часть другихъ керамическихъ печей, снабжена арматурой, т. е. скрѣпами изъ желѣзныхъ полосъ, угловаго желѣза и т. д., достаточно прочныхъ для противодѣйствія распиранію кладки вслѣдствіе сильнаго нагрѣванія.

Топки, окружающія печь, имѣютъ различное устройство, смотря по роду топлива въ нихъ сжигаемаго. При употребленіи дровъ, дающихъ самое длинное и чистое пламя, а потому всего болѣе пригодныхъ для обжиганія фарфора, съ большимъ успѣхомъ употребляютъ такъ-наз. пультовыя топки (стр. 147), при чемъ дерево передъ употребленіемъ раскалываютъ на куски соотвѣтственной величины и высушиваютъ; при употребленіи каменнаго угля (всего лучше смѣси жирнаго — дающаго длинное пламя, и тощаго или бураго — уменьшающаго спекаемость жирнаго и засариваніе рѣшетки) употребляются топки съ горизонтальными или наклонными рѣшетками. При употребленіи угля для отопленія находятъ полезнымъ устраивать сводъ печи ниже, чѣмъ при употребленіи дровъ, увеличивать число топокъ раза въ полтора и дѣлать дымовую трубу выше.

Въ описанномъ видѣ печей распредѣленіе тепла въ нагрѣвательномъ пространствѣ не вполнѣ равномѣрно: въ центральныхъ частяхъ температура бываетъ ниже, чѣмъ въ окружности, такъ-какъ пламя естественно болѣе стремится вверхъ къ выходнымъ каналамъ, доступъ же его къ центру отчасти преграждается самой нагрузкой. Болѣе равномѣрное распредѣленіе тепла въ нагрѣвательномъ пространствѣ и главнымъ образомъ въ первомъ этажѣ, гдѣ это всего болѣе необ-

ходимо, достигается въ печахъ съ *обратнымъ пламенемъ*. Одна изъ болѣе совершенныхъ печей такого рода, предназначенная для обжиганія фарфора, представлена на фиг. 328. Печь имѣетъ три этажа и 7 топокъ съ наклонными рѣшетками для сожиганія каменнаго угля. Пламя изъ топокъ поступаетъ при H въ первый ярусъ, отражается объ его сводъ, идетъ внизъ черезъ отверстія въ подѣ I_1 I и вертикальный



Фиг. 328.

каналъ KL, поступаетъ во второй ярусъ, а изъ него черезъ M, M_1 и M_2 въ третій этажъ. D, E, F—лазы для нагрузки издѣлій; O—каналъ для впусканія воздуха, чтобы ускорить охлажденіе издѣлій послѣ обжиганія.

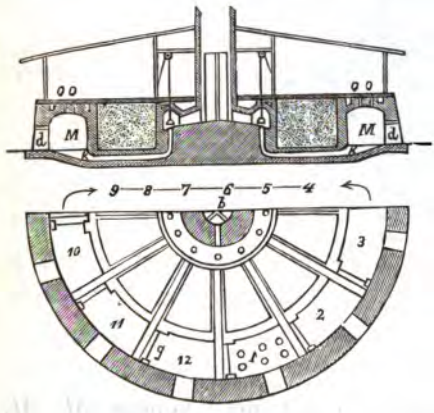
Съ цѣлью увеличить полезное дѣйствіе топлива и полнѣе воспользоваться теплотою дымогарныхъ газовъ, уходящихъ изъ печи, было предложено снабжать описанный типъ печей газовыми топками съ регенераторами или рекуператорами (см. стр. 931—933). Но печи,

снабженныя подобнаго рода топками, не представляютъ особенныхъ преимуществъ, такъ-какъ онѣ дѣйствуютъ не непрерывно, а *періодически*, т. е. каждый разъ при обжиганіи печь нагрѣвается и снова стынетъ, при чемъ теряется такъ много тепла, что экономія въ топливѣ, доставляемая сложными и дорогими газовыми топками съ регенераторами или рекуператорами, почти что исчезаетъ.

Значительно большаго вниманія заслуживаетъ примѣненіе къ обжиганію фарфора *непрерывно-дѣйствующихъ печей*, получившихъ уже широкое примѣненіе для обжиганія простыхъ глиняныхъ издѣлій и въ особенности кирпича. Въ этихъ печахъ воздухъ, служащій для сжиганія топлива, нагрѣвается теплотой обожженныхъ издѣлій (охлаждая эти послѣднія), а теплота отходящихъ газовъ поглощается издѣліями, подлежащими обжиганію (нагрѣвая эти послѣднія), при чемъ самая работа идетъ непрерывно.

Первыя попытки устроить печи съ непрерывнымъ дѣйствіемъ для обжиганія глиняныхъ издѣлій относятся къ концу тридцатыхъ годовъ (Maille въ Villeneuve le Roi, 1839; Arnold въ Fürstenwald'ѣ, 1839), но первая дѣйствительно пригодная печь этого рода была построена *Гоффманномъ* (F. Hoffmann, 1858) для обжиганія кирпича.

Печь эта (*циркулярная, кольцевая*) состоитъ (фиг. 329) изъ кольцевиднаго или (въ настоящее время чаще) эллиптическаго канала (коридора, высота 3—4 м.), покрытаго сводомъ. Каналъ (*M*) образованъ совокупностью 12—24 камеръ (смотря по тому, требуетъ ли обжигаемое издѣліе менѣе или болѣе продолжительной просушки, обжиганія и послѣдующаго затѣмъ охлажденія), которыя могутъ быть по произволу или соединены другъ съ другомъ, или отдѣлены другъ отъ друга, приподымая или опуская желѣзные щиты (заслонками *g*), движущіеся въ пазахъ, образуемыхъ выступами кирпичей на границѣ между каждыми двумя камерами. Каждая камера имѣетъ снаружи ходъ (*d*) для нагрузки кирпича и соединена дымовымъ каналомъ *k* (выходящимъ съ пода камеры въ видѣ щели) съ кольцевиднымъ или эллиптическимъ каналомъ въ средней части печи, называемымъ *дымовой камерой*, которая въ свою очередь сообщается съ центральною дымовою трубой *b* (труба эта въ эллиптич. печахъ помѣщена часто сбоку



Фиг. 329.

внѣ печи, вблизи одного ея закругленнаго конца). Устье каждаго дымохода въ дымовой камерѣ снабжено затворомъ въ видѣ желѣзнаго колпака, который подымается и опускается по блоку на желѣзной цѣпи. Въ сводѣ каждой камеры сдѣлано нѣсколько (обыкновенно шесть) отверстій для нагрузки топлива, накрытыхъ желѣзными колпаками при помощи песочныхъ затворовъ и расположенныхъ такъ, чтобъ вбрасываемое черезъ нихъ топливо распредѣлялось равномѣрно въ камерѣ. Пространство печи между кольцевымъ и дымовымъ корридорами заполняютъ пескомъ, золой, кирпичнымъ боемъ. Внутреннія стѣнки камеръ дѣлаютъ обыкновенно для прочности вогнутыми, такъ-что сѣченіе канала получаетъ видъ или полуяйцевидный, или $^3/_4$ круга; прямыя стѣнки, какъ показалъ опытъ, со временемъ выпячиваются и обваливаются. Для защиты печи отъ атмосферныхъ осадковъ, надъ ней устраиваютъ родъ навѣса. Чтобы выяснить ходъ работы, предположимъ, что печь находится уже въ дѣйствіи, и что обжиганіе производится въ камерѣ 6, куда и забрасываютъ топливо. Въ это время въ камерахъ 7—12 находится уже обожженный, но болѣе или менѣе горячій кирпичъ, въ 12 онъ былъ обожженъ раньше всего и больше всѣхъ остылъ; въ камерахъ 1 — 5 находится сырой, притомъ въ камерѣ 1 только-что вставленный въ печь. Щиты (заслонки) выдвинуты всѣ, кромѣ щита, отдѣляющаго камеру 1 отъ камеры 12. Съ дымовой трубой сообщена лишь камера 1, въ другихъ-же дымоходы закрыты колпаками. Камера 12, которая должна въ это время перегружаться, снаружи открыта, остальныя заложены кирпичами и замазаны снаружи. Въ эту камеру 12 и входитъ воздухъ, течетъ далѣе черезъ 11, 10, 9 и т. д., обогрѣваясь на пути о горячій кирпичъ, и поступаетъ въ камеру 6 столь нагрѣтымъ, что легко воспламеняетъ топливо, при горѣніи котораго развивается въ камерѣ температура выше 1000°. Дымогарные газы изъ камеры 6 идутъ черезъ 5, 6 и т. д. до 1, обогрѣвая въ нихъ кирпичъ, и сильно охлажденные (до темп. 108—172°) выходятъ изъ камеры 1 въ дымовую трубу. Скорость этой кольцевой тяги можетъ быть управляема большимъ или меньшимъ открытіемъ колпака дымохода камеры 1. Когда обжиганіе въ камерѣ 6 окончено, приступаютъ къ обжиганію кирпича въ камерѣ 5, вбрасывая въ нее топливо. Передъ этимъ щитъ между камерами 1 и 12 выдвигаютъ, а между камерами 12 и 11 задвигаютъ; свѣже-нагруженную камеру 12 закладываютъ снаружи и сообщаютъ съ трубой, подымая колпакъ дымохода, а 1 разобщаютъ. Камеру 11 открываютъ

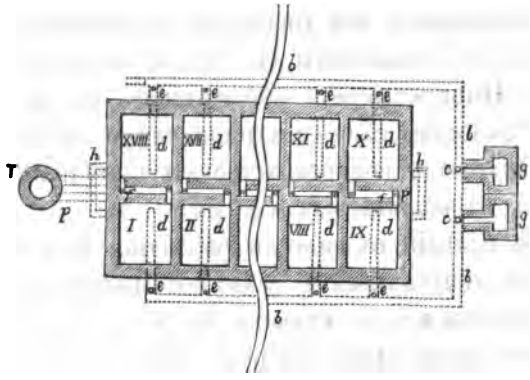
Фиг. 330.

снаружи—кирпичъ въ ней уже на столько остылъ, что можно приступить къ перегрузкѣ; въ нее-же теперь входитъ и воздухъ, необходимый для горѣнія топлива, циркулируя и обогрѣваясь черезъ камеры 10, 9 . . . въ 5-ой, въ которой идетъ обжиганіе. Продукты горѣнія текутъ далѣе, обогрѣвая необожженый кирпичъ въ камерахъ 4, 3, 2 до 11, откуда выходятъ въ трубу. Далѣе слѣдуетъ обжиганіе въ камерѣ 4. Щитъ между 12 и 11 выдвигаютъ, между 11 и 10 задвигаютъ, 12 разобщаютъ съ трубой, 11 сообщаютъ съ трубой, закладываютъ снаружи и, раскрывъ камеру 10, приступаютъ къ перегрузкѣ; въ нее входитъ и воздухъ въ каналъ. Такимъ образомъ жгутъ одну камеру за другой по порядку, не прерывая работы.

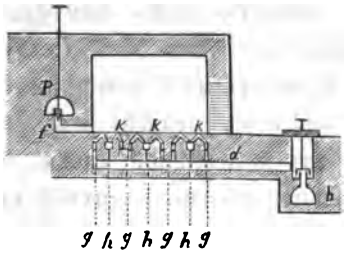
Печи эти даютъ огромное сбереженіе топлива (до 70% по сравненію съ простыми печами) и очень удобны, но конечно непримѣнимы въ описанномъ видѣ для обжиганія издѣлій, достоинство которыхъ обусловливается отсутствіемъ какихъ-нибудь наружныхъ поврежденій и грязи, такъ-какъ въ печахъ описаннаго устройства обжигаемое издѣліе приходитъ въ непосредственное прикосновеніе съ топливомъ и образующимися при его сожиганіи золой и шлаками.

Замѣнивъ, однако, твердое топливо газообразнымъ (что впервые удалось Venier въ Богеміи, 1860), а подвижные щиты постоянными стѣнками и измѣнивъ расположеніе самыхъ камеръ, *Мендгейму* (Mendheim, 1868 — 76) удалось построить непрерывно-дѣйствующую печь, пригодную для обжиганія самыхъ высокихъ сортовъ глиняныхъ издѣлій, а также фарфора. Схема фарфоровой печи Мендгейма представлена на фиг. 331—333. Она состоитъ изъ 18 камеръ (бываютъ печи съ 12 и съ 22 камерами), расположенныхъ въ два ряда съ дымовымъ каналомъ по срединѣ, соединеннымъ съ дымовою трубою *T*. Каждая камера сообщается съ дымовымъ каналомъ при помощи хода въ стѣнѣ, снабженнаго клапаномъ (фиг. 332). Газъ, добываемый въ генераторахъ *gg*, идетъ въ магистральный каналъ *b*, окружающій печь, съ клапанами *e* на мѣстахъ соединенія съ газопроводами *d*. Изъ канала *b* газъ можетъ быть проведенъ въ любую камеру по каналамъ *d*, если открыть клапанъ *e*, устроенный для каждаго изъ нихъ (фиг. 331). Изъ канала *d* газъ поступаетъ по вертикальнымъ канальцамъ въ горизонтальные ходы *g* въ подѣ камеры, между которыми расположены другіе ходы *h*, назначенные для воздуха. Изъ каналовъ *g* и *h* газъ и воздухъ одновременно поступаютъ въ камеру по многочисленнымъ канальцамъ *k*, которые передъ входомъ въ камеру соединяются попарно (фиг. 332) для того, чтобы газъ и воздухъ смѣшались въ моментъ выхода; такихъ выходныхъ отверстій бываетъ до

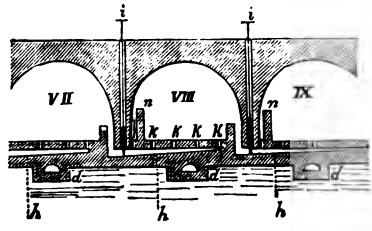
30 и они распредѣлены равномѣрно по поду въ нѣсколько рядовъ; одинъ крайній рядъ отдѣленъ довольно высокимъ порогомъ *n*, направляющимъ пламя къ своду. Сосѣднія камеры сообщаются воздушными каналами *h*, но сообщеніе это можетъ быть заграждено задвижками *i* (фиг. 333). Ходъ обжиганія въ описываемой печи не отличается отъ вышеизложенной при печи Гофманна. Допустимъ, что издѣлія, помѣщенныя въ камерѣ VIII, подлежатъ обжиганію. Тогда камера XVII, которой предстоитъ перегрузка, изолируется отъ сосѣднихъ опусканіемъ задвижки *i* и открывается. Въ переднемъ затворѣ камеры XVIII вверху



Фиг. 331.



Фиг. 332.



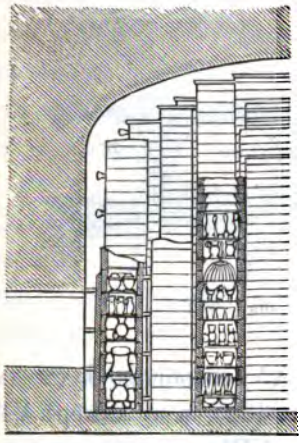
Фиг. 333.

дѣлаютъ отверстіе для входа воздуха; камеру XVI сообщаютъ съ дымовымъ каналомъ *pp*, открывая клапанъ *f* (фиг. 332), а въ камерѣ VIII открываютъ газовый клапанъ *e*. Воздухъ изъ XVIII идетъ въ подовый ходъ *h* камеры I и черезъ выходъ *k* поступаетъ въ нее, отсюда по слѣдующему ходу *h* и выходы *k* переходитъ во II, такимъ-же путемъ въ III и т. д., охлаждая на пути обожженныя издѣлія, вплоть до VIII, гдѣ при выходѣ изъ отверстій *k* смѣшивается съ газомъ, воспламеняя его. Продукты горѣнія по тѣмъ-же каналамъ *h* и *k* идутъ въ IX и такимъ-же образомъ въ слѣдующія камеры до XVI, откуда выходятъ въ дымовую трубу. По окончаніи обжиганія въ VIII производятъ обжи-

ганіе въ IX, изолируя камеру XVIII, впуская воздухъ въ I и сообщая съ трубою камеру XVII и т. д.

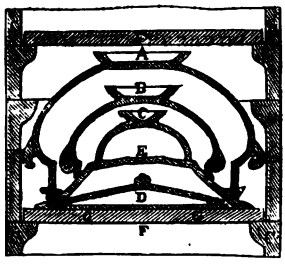
Въ какой системѣ печи ни происходило-бы обжиганіе, фарфоровыя издѣлія—передъ помѣщеніемъ ихъ въ печь какъ для перваго, такъ и для втораго обжиганія, укрываютъ *капселями* изъ огнеупорной глины (болѣе тугоплавкой фарфоровой смѣси) для защиты издѣлій отъ налета золы, прямаго удара пламени и отчасти копоти, а при сильномъ второмъ обжиганіи для поддержки самаго издѣлія, съ цѣлью воспрепятствовать ему измѣнить свою форму при размягченіи. Капсели эти имѣютъ форму круглыхъ или овальныхъ колецъ, которыя ставятъ другъ на друга. Ихъ изготовляютъ изъ тщательно переработанной смѣси огнеупорной глины (1 ч.) и шамотты (1—$1^1/_2$ ч.) и послѣ осторожной сушки обжигаютъ. Иногда передъ обжиганіемъ на внутреннюю поверхность капсели наносятъ слой глазурной смѣси съ цѣлью покрыть эту поверхность глазурью и воспрепятствовать частичкамъ капселей отдѣляться и падать на обжигаемыя издѣлія.

Помѣщеніе издѣлій въ капсели различно. При бисквитномъ (первомъ) обжиганіи, допускающемъ взаимное прикосновеніе издѣлій, плоскія издѣлія (тарелки и т. д.) ставятъ другъ на друга въ большомъ числѣ и кроютъ за-разъ одною высокою капселью или еще лучше рядомъ капсельныхъ колецъ, укладывая ихъ одно на другое. При глазурномъ (второмъ обжиганіи), недопускающемъ соприкосновенія, каждую вещь помѣщаютъ въ особенное *капсельное отдѣленіе* слѣдующимъ образомъ: близъ внутренней поверхности стѣнки печи (въ нижнемъ этажѣ) кладутъ массивный кругъ изъ капсельной массы, ставятъ на него капсельное кольцо, верхній край котораго выступаетъ нѣсколько во внутрь (фиг. 334), въ кольца эти помѣщаютъ одну или нѣсколько мелкихъ вещей рядомъ (если вещи высоки, то ставятъ нѣсколько колецъ одно на другое), предварительно посыпавъ кругъ кварцовымъ пескомъ съ круглыми зернами, чтобъ затруднить приставаніе къ нему вещей и облегчить передвиженіе соприкасающихся съ нимъ частицъ при усадкѣ; затѣмъ накрываютъ кольцо капсельнымъ кружкомъ такого размѣра, чтобъ края его ложились только на выступающій край кольца. Такимъ образомъ уложенное издѣліе или издѣлія являются заключенными въ особенное *капсельное отдѣленіе*. На первое кольцо ставятъ второе и, помѣщая въ него издѣліе, снова кроютъ кружкомъ, затѣмъ ставятъ 3-е кольцо и т. д.,

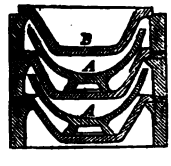


Фиг. 334

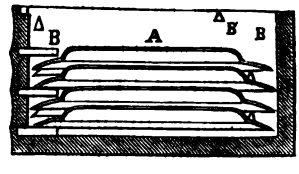
выкладывая изъ колецъ колонну или *штабель*, доходящій почти до свода печи. Рядомъ съ этимъ укладываютъ другой штабель, потомъ третій и т. д. и заполняютъ штабелями всю внутренность печи, оставляя между штабелями лишь узкіе проходы для пламени. Между капсельными кольцами обыкновенно прокладываютъ тонкіе валики изъ смѣси 1 ч. огнеупорной глины съ 2 ч. кварцоваго песка или шамотты, чтобъ вполнѣ преградить прямой доступъ пламени къ издѣліямъ черезъ швы капселей. Для сбереженія мѣста въ капсельное отдѣленіе помѣщаютъ иногда подставки, на которыхъ устанавливаютъ издѣлія. Примѣръ такого способа укладки представленъ на фиг. 335. Чашки *ABC* разныхъ размѣровъ вложены одна въ другую, и края ихъ покоятся не на кружкѣ, а на особой капсельной подставкѣ *E*, подъ которой помѣщена еще фарфоровая крышка *D*, лежащая на кружкѣ *F*. Наконецъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ выгоднымъ не устраивать капсельныхъ отдѣленій и устанавливать издѣлія въ капселяхъ на особенныхъ подставкахъ. Примѣръ такой укладки представленъ на фиг. 336: чашки *A* для выигрыша мѣста поставлены не на кружки, а въ особыя капсельныя чашки *B*, висящія краями на выступахъ колецъ. Подобнаго-же рода укладка представлена на фиг. 337. Плоскія фар-



Фиг. 335.



Фиг. 336.



Фиг. 337.

форовыя тарелки подвѣшены другъ надъ другомъ краями на острыхъ ребрахъ глиняныхъ призмочекъ, продѣтыхъ въ особыя отверстія капсельныхъ колецъ.

Когда издѣлія установлены въ печи (для бисквитнаго обжиганія въ верхнемъ ярусѣ, для глазурнаго въ нижнемъ), приступаютъ къ обжиганію, при которомъ стараются постепенно довести температуру въ нижнемъ ярусѣ до температуры размягченія фарфоровой массы (1200—1600°), развивая, соотвѣтственной загрузкой топлива и притокомъ воздуха къ нему, объемистое, блестящее, но некоптящее пламя. Пламя подобнаго рода (возстановительное) получается при притокѣ воздуха, недостаточномъ для полнаго окисленія составныхъ частей топлива въ угольный ангидридъ и воду, чѣмъ уменьшается теплопроизводитель-

ность топлива, но увеличивается его пирометрическое дѣйствіе (стр: 131). Безъ подобнаго пріема едва-ли возможно достигнуть температуры, требуемой для обжиганія фарфора.

Вотъ для примѣра составъ дымовыхъ газовъ при маломъ и большомъ огнѣ:

	Малый огонь.	Большой огонь.
Угольный ангидридъ . . .	16%	19%
Кислородъ	4	—
Азотъ	81	76
Окись углерода	—	3
Водородъ	—	1

Конецъ обжиганія опредѣляютъ почти всегда эмпирически—при помощи *пробъ*, которыя готовятъ изъ той-же смѣси, какъ и фарфоръ, и которыя обыкновенно имѣютъ форму чашекъ съ двумя дырами въ стѣнкахъ для того, чтобы захватывать ихъ на желѣзный прутъ. Пробы закладываютъ въ различныхъ мѣстахъ печи противъ окошекъ для наблюденія огня, и когда обжиганіе идетъ къ концу, что узнаютъ по цвѣту раскаленной нагрузки, пробы время отъ времени вынимаютъ, и когда всѣ онѣ стали показывать признаки готовности, обжиганіе кончаютъ и даютъ печи (съ періодич. дѣйствіемъ) охлаждаться. Когда закладка остыла значительно, дальнѣйшее охлажденіе можно ускорить безъ всякой опасности для издѣлій, открывая отверстія въ печи и впуская въ нее наружный воздухъ.

Послѣ остыванія печи, разбираютъ кирпичи входныхъ отверстій и выгружаютъ печь. Издѣлія послѣ перваго (бисквитнаго) обжиганія поступаютъ въ глазурное отдѣленіе, а издѣлія послѣ втораго (глазурнаго) обжиганія сортируютъ: безукоризненныя во всѣхъ отношеніяхъ составляютъ высшій сортъ; издѣлія съ маленькими изъянами глазури или черепка (пятно, пузырьки, неровности и т. п.)—средній сортъ; съ болѣе крупными изъянами (болѣе крупныя пятна и поврежденія глазури, недостаточная бѣлизна, легкое искривленіе и т. д.)—бракъ; искривленныя или треснувшія вещи—бой. Случайные недостатки глазури какъ-то: отдѣльныя пятнышки, капсельныя зерна, удаляютъ иногда стачиваніемъ и полировкой. Первое производятъ на твердыхъ каменныхъ кругахъ (получаемыхъ прессованіемъ кварца съ 4 — 6% фарфоровой смѣси и обжиганіемъ), вторую—при помощи свинцовыхъ или деревянныхъ круговъ при содѣйствіи пемзы или жженаго олова.

Общая усадка фарфора при обжиганіи значительна и составляетъ въ среднемъ 13% (для литыхъ издѣлій она больше всего, для прессованныхъ всего меньше), изъ коихъ $^1/_4$ приходится на малый и $^3/_4$ на большой огонь.

Расходъ топлива при обжиганіи фарфора въ періодически дѣйствующихъ печахъ составляетъ на одну вѣсовую часть фарфора: дровъ около 18 в. ч., каменнаго угля около 4,5 в. ч. Обжиганіе длится при дровахъ 18—48 ч. (при діаметрѣ печи 2—5 м.), на каменномъ углѣ раза въ полтора менѣе.

Украшеніе фарфора, какъ и другихъ глиняныхъ издѣлій, состоитъ главнымъ образомъ въ его окрашиваніи, для чего употребляются металлическіе окислы, которые красятъ или сами по себѣ, или образуютъ цвѣтныя соединенія, соединяясь съ кремнеземомъ или глиноземомъ. Красящіе окислы наносятъ на издѣліе или передъ глазурнымъ обжиганіемъ, или на глазурь уже готоваго издѣлія.

Для окрашиванія издѣлія передъ глазурнымъ обжиганіемъ могутъ служить, конечно, только тѣ окислы, которые выносятъ самую высокую температуру (*краски большаго огня, горновыя, подглазурныя*) и число которыхъ очень невелико, а именно закись кобальта—для синяго (всего чаще), окись хрома для зеленаго, окись желѣза—для коричневаго, окись желѣза съ окисью хрома и окисью марганца для коричневаго и чернаго, окись титана для желтаго, закись урана для чернаго, закись никкеля для оливковаго, золото для розоваго, платина и ирридій для сѣраго и чернаго.

Самое окрашиваніе красками большаго огня производятъ: 1) прибавляя красящее соединеніе къ глиняному тѣсту передъ ея формованіемъ; 2) накладывая на формованное издѣліе тонкій слой тѣста (ангоба), къ которому прибавлены красящія соединенія (ангобажъ [1]); 3) нанося красящія соединенія на издѣліе послѣ бисквитнаго обжиганія; 4) прибавляя красящее соединеніе къ глазурной смѣси. Окрашиваніе глинянаго тѣста и ангоба, рѣдко употребляемое для фарфора, можетъ быть произведено только окисями кобальта, хрома, желѣза, марганца, титана, а также золотымъ пурпуромъ или другими препаратами золота. Соединенія эти въ видѣ тонкаго порошка (всего лучше получаемаго осажденіемъ) тщательно перемѣшиваютъ съ другими составными частями глинянаго тѣста, и полученная смѣсь служитъ или для формовки издѣлія, или же какъ ангобъ. Ангобъ наводится на готовый сырой или жженый черепокъ какъ глазурь, или

---

[1]) Какъ разновидности ангобажа можно разсматривать: a) *Жанръ sgrafiati*—т. е. воспроизведеніе рисунковъ выскабливаніемъ или гравировкой ангоба на черепкѣ другаго цвѣта; b) *Живопись барботиномъ*, т. е. цвѣтною глиняною смѣсью, разбавленною водою; c) *Жанръ pâte sur pâte*—живопись бѣлымъ барботиномъ по темному цвѣтному фону; d) *инкрустаціи* изъ цвѣтной смѣси, т. е. наполненіе углубленій, произведенныхъ на поверхности издѣлія при ихъ формованіи въ формахъ, цвѣтнымъ тѣстомъ или густымъ цвѣтнымъ барботиномъ.

же при формованіи издѣлія въ формахъ, или отливкой. Въ этихъ послѣднихъ случаяхъ поверхность формы покрываютъ сначала тонкимъ слоемъ ангоба, а затѣмъ вводится остальное количество глинянаго тѣста или барботина. Такъ какъ прибавленіе окисловъ къ смѣси уменьшаетъ ея тугоплавкость, то ихъ прибавляютъ обыкновенно въ небольшихъ количествахъ, уменьшая, если нужно, количество флюса.

Гораздо чаще для окрашиванія (сплошнаго или узорами) фарфора употребляютъ третій способъ—а именно нанесеніе краски на поверхность издѣлія послѣ бисквитнаго обжиганія. Для этой цѣли смѣсь мелкаго порошка краски съ небольшимъ количествомъ измельченнаго кварца и глазурной смѣси растираютъ на терпентинномъ маслѣ или чаще на водѣ и затѣмъ наносятъ на издѣліе кистью [1]). Чтобы воспрепятствовать расплыванію или неравномѣрному распредѣленію краски, вслѣдствіе порозности черепка, издѣліе передъ окраской пропитываютъ или молокомъ, или растворомъ камеди, или осмоленнымъ терпентиннымъ масломъ и затѣмъ сушатъ. Послѣ окраски органическія тѣла, служившія для растиранія краски или для проклейки черепка, разрушаютъ слабымъ обжиганіемъ и затѣмъ издѣліе покрываютъ глазурной смѣсью обыкновеннымъ путемъ и подвергаютъ глазурному обжиганію; при этомъ краска вплавляется въ нижній слой глазури и покрывается ею, чѣмъ обусловливается не только большая прочность окраски, но и красота ея: верхній (наружный) слой глазури сообщаетъ краскамъ блескъ, мягкость и глубину тона. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ краски кладутъ на сырую глазурь (т. е. послѣ нанесенія глазурной смѣси на издѣліе послѣ бисквитнаго обжиганія), а затѣмъ обжигаютъ. Этотъ пріемъ схожъ съ предъидущимъ, съ тою разницею, что здѣсь краски сплавляются съ верхнимъ слоемъ глазури и часто не даютъ такого блеска. Очень удобный, хотя и рѣдко употребляемый способъ нанесенія красокъ на поверхность издѣлія послѣ бисквитнаго обжиганія состоитъ въ пропитываніи поверхности (всей или части) издѣлія воднымъ растворомъ соли даннаго металла, которая при прокаливаніи разлагается съ образованіемъ окисла (напр. азотно-кобальтовая соль). Этимъ путемъ, измѣняя концентрацію раствора, продолжительность погруженія и т. д., легко получать равномѣрную окраску любой интенсивности.

Четвертый способъ окраски — прибавленіе красящаго соединенія къ глазурной смѣси — повидимому очень простъ и удобенъ, тѣмъ не менѣе

[1]) Для живописи по бисквиту подъ глазурь употребляютъ также сухія краски въ видѣ грифелей, которые готовятъ прессованіемъ краски съ примѣсью флюса, смоченныхъ растворомъ аравійской камеди (грифели фирмы Lacroix).

онъ рѣдко употребляется, такъ какъ весьма трудно согласовать требуемую интенсивность окраски съ надлежащей тугоплавкостью глазури, которая отъ прибавленія окисловъ понижается, такъ какъ нанесеніе вполнѣ равномѣрнаго слоя глазури (и слѣд. полученіе однородной окраски) на черепокъ почти невозможно, и такъ-какъ, наконецъ, глазурная муть, содержа частицы тѣлъ съ весьма различнымъ удѣльнымъ вѣсомъ, легко становится неоднородной. При употребленіи этого рода окраски красящее соединеніе смѣшиваютъ съ небольшею частью глазурной смѣси и фритуютъ; затѣмъ полученную фриту смѣшиваютъ съ остальною частью глазури и порфиризуютъ смѣсь. Полученную глазурную муть наносятъ на издѣліе послѣ бисквитнаго обжиганія обыкновеннымъ способомъ и затѣмъ подвергаютъ издѣліе второму обжиганію.

Нанесеніе краски на издѣліе передъ глазурнымъ обжиганіемъ даетъ, какъ уже сказано, самое прочное и красивое окрашиваніе, но допускаетъ употребленіе очень ограниченнаго числа красокъ и вообще довольно хлопотливо. Чтобы разнообразить рисунокъ и облегчить работу, при украшеніи фарфора и вообще другихъ глиняныхъ издѣлій, въ большей части случаевъ краски накладываютъ поверхъ глазури, приплавляя краски къ глазури при помощи болѣе или менѣе плавкаго флюса (смотря по природѣ краски) обжиганіемъ въ муфеляхъ. При употребленіи этого способа окраски, выборъ красокъ (*краски малаго огня, муфельныя краски*) гораздо шире, но окраска не имѣетъ той прочности и того блеска, какъ при наложеніи краски подъ глазурь.

Муфельными красками служатъ: окислы хрома, желѣза, урана, марганца, кобальта, сурьмы, мѣди, иридій, платина, далѣе хромовыя соли желѣза, барія, свинца, олова, хлористое серебро, кассіевъ пурпуръ, никкель, охра, умбра [1]) и нѣкоторыя другія. Флюсомъ для муфельныхъ красокъ служитъ свинцово-борное стекло, которое готовятъ сплавляя кварцъ, сурикъ (или окись свинца), буру (или борную кисл.), иногда съ примѣсью основной азотновисмутовой соли въ различныхъ пропорціяхъ. Флюсъ и краску измельчаютъ въ тончайшій порошокъ, смѣшиваютъ въ надлежащемъ отношеніи и затѣмъ растираютъ на скипидарѣ или лавандовомъ маслѣ съ примѣсью сгущеннаго (тягучаго) скипидара, т. е. скипидара, простоявшаго нѣкоторое время на воздухѣ,

[1]) *Умбра* (настоящая Турецкая) представляетъ сплошное мелко-зернистое тѣло, состоящее изъ воднаго желѣзо-марганцоваго силиката съ примѣсью глинозема. У. в. 2,2; твердость 1,5. Встрѣчается на островѣ Критѣ и въ видѣ мелкаго порошка употребляется для окрашиванія фарфора, при изготовленіи шведскихъ спичекъ и какъ водная и масляная краска или въ естественномъ видѣ (сырая умбра—темнокоричневаго цвѣта съ зеленовато-оливковымъ оттѣнкомъ), или въ обожженномъ (жженая умбра чисто-коричневаго шоколаднаго цвѣта).

и сгустившагося какъ вслѣдствіе испаренія однѣхъ его составныхъ частей, такъ и вслѣдствіе осмоливанія другихъ[1]). Приготовленную такимъ образомъ краску — состоящую изъ краски собственно, флюса и сгустителя — наносятъ на издѣліе кистью (или печатаніемъ), даютъ высохнуть (на воздухѣ или въ сушильнѣ слабо нагрѣтой) и затѣмъ издѣліе обжигаютъ въ муфелѣ при температурѣ плавленія флюса.

При муфельной живописи на фарфорѣ рѣдко можно ограничиться однократнымъ обжиганіемъ, въ большей части случаевъ послѣ перваго обжиганія приходится раздѣлывать, исправлять, усиливать рисунокъ, употребляя для этого болѣе нѣжныя краски, смѣшивая ихъ съ болѣе легкоплавкимъ флюсомъ и производя обжиганіе при болѣе низкой температурѣ. Чѣмъ сложнѣе рисунокъ, тѣмъ большее число обжиганій приходится дѣлать, вжигая послѣдовательно сначала болѣе прочныя, а затѣмъ болѣе нѣжныя краски.

Кромѣ окрашиванія, фарфоровыя и другія глиняныя издѣлія нерѣдко украшаютъ, снабжая ихъ блестящими металлическими ободками, орнаментами и т. д. Для этой цѣли служатъ металлы, трудно измѣняющіеся на воздухѣ (по преимуществу золото), приплавляемые къ поверхности глазури (а гораздо рѣже къ бисквиту) муфельнымъ обжиганіемъ. Для нанесенія золота на издѣліе употребляютъ два способа: 1) золото въ видѣ тонкаго порошка смѣшиваютъ съ флюсомъ, разводятъ смѣсь скипидаромъ и наносятъ какъ краску на издѣліе; 2) золото въ видѣ хлористаго соединенія смѣшиваютъ съ смолистымъ тѣломъ и полученную смѣсь кистью наносятъ на издѣліе. Въ первомъ случаѣ послѣ обжиганія позолота выходитъ матовая и получаетъ блескъ только послѣ полировки, во второмъ — послѣ обжиганія позолота получается непосредственно блестящая и не требуетъ полировки. Первый способъ позолоты требуетъ значительно больше золота (на 75%) и больше работы, чѣмъ второй, но даетъ позолоту несравненно болѣе прочную.

При позолотѣ по первому способу получаютъ золото въ видѣ мелкаго порошка, осаждая его изъ раствора хлорнаго золота сѣрножелѣзистой солью или азотно-ртутистой солью, или сѣрнистымъ ангидридомъ, или наконецъ (Brescius, 1891) изъ щелочнаго раствора щавелевой кислотой, промывая водой и высушивая. Мелкій порошокъ золота смѣшиваютъ съ 7—10% флюса, состоящаго изъ 12 ч. азотно-

---

[1]) Такія краски готовятся въ настоящее время на заводахъ (фирмы Lacroix) и онѣ поступаютъ въ продажу въ оловянныхъ трубочкахъ. При употребленіи эти краски приходится только разбавлять скипидаромъ.

висмутовой соли на 1 ч. сплавленной буры, смѣсь разводятъ скипидаромъ, наносятъ на издѣліе, которое затѣмъ обжигаютъ. Послѣ обжиганія золото полируютъ гладкимъ агатомъ или кровавикомъ и затѣмъ тонкимъ и отмученнымъ порошкомъ мѣла или колькотара.

При позолотѣ по второму способу (*люстрованіемъ*) употребляютъ растворъ хлорнаго золота въ такъ называемомъ *сѣрнистомъ бальзамѣ*, получаемомъ нагрѣваніемъ сѣры съ сгущеннымъ скипидаромъ [1]). Густой растворъ этотъ разводятъ лавандовымъ масломъ и наносятъ кистью на издѣліе, которое затѣмъ обжигаютъ въ муфелѣ.

Особый родъ украшенія фарфора, а также другихъ глиняныхъ издѣлій, есть наведеніе на глазурь *люстра* въ видѣ тончайшаго слоя металла или окисла, придающаго ей металлическій блескъ, иногда отливающій какимъ нибудь цвѣтомъ. Этого достигаютъ смѣшивая соли нѣкоторыхъ металловъ (золота, висмута, серебра) съ лавандовымъ масломъ или другими индифферентными тѣлами (напр. хлористое серебро съ мѣломъ и водою) и нанося эти смѣси на поверхность глазурованнаго издѣлія, которое затѣмъ обжигаютъ въ муфелѣ.

Чтобы удешевить украшеніе издѣлій рисунками производятъ ихъ не отъ руки, а печатаніемъ, при чемъ печатаютъ на издѣліи или краску, или же одинъ лакъ, а краску посыпаютъ на него. При употребленіи перваго способа краску смѣшиваютъ съ лакомъ, приготовленнымъ продолжительнымъ кипяченіемъ смѣси льнянаго масла съ орѣховымъ (10%) и прибавленіемъ къ остывшей смѣси древеснаго дегтя (10%). Полученную такимъ образомъ краску наносятъ на клише, и, когда она выполнитъ углубленія послѣдняго, избытокъ краски тщательно удаляютъ. Затѣмъ прижимаютъ къ клише листъ бумаги (спец. сорта, непроклеенной, крѣпкой), предварительно смазавъ налагаемую сторону

---

[1]) Для приготовленія растворовъ золота для люстровой позолоты предложено много рецептовъ. Изъ нихъ болѣе цѣлесообразенъ (по Селезневу, 1894) слѣдующій способъ *Шварца* (H. Schwarz, 1870). Прежде всего готовятъ *сѣрнистый бальзамъ*. Для этого на 1 ч. растертой сѣры берутъ 5 ч. французскаго скипидара, нѣсколько сгущеннаго долгимъ стояніемъ въ склянкѣ, и нагрѣваютъ въ колбѣ съ обратно-поставленнымъ холодильникомъ на водяной банѣ пока вся сѣра не растворится, при чемъ жидкость густѣетъ и принимаетъ черный цвѣтъ. По полученіи бальзама, берутъ 1 ч. чистаго золота, растворяютъ его въ царской водкѣ, выпариваютъ и высушиваютъ на водяной банѣ до темно-краснаго цвѣта и растираютъ его въ ступкѣ съ 8—9 ч. бальзама на холоду, пока хлорное золото не растворится. Затѣмъ жидкость оставляютъ въ покоѣ сутки, послѣ чего прибавляютъ въ качествѣ флюса 1—2 ч. основной азотно-висмутовой соли на 10 ч. золота, растираютъ, опять оставляютъ стоять, потомъ разбавляютъ жидкость сѣро-углеродомъ и фильтруютъ черезъ пропускную бумагу. Фильтратъ оставляютъ стоять въ чашкѣ въ тепломъ мѣстѣ подъ тягой для удаленія растворителя. Въ сгущеный осадокъ примѣшиваютъ столько лавандоваго масла, чтобы жидкость хорошо шла съ кисти (вообще около 10%), но не растекалась. Подобные золотосодержащіе растворы встрѣчаются въ продажѣ готовыми.

бумаги чернымъ мыломъ, чтобы бумага впослѣдствіи легче отдѣлялась отъ краски. При этомъ нажиманіи на бумагу переходитъ краска, которой даютъ засохнуть [1]). Для перевода рисунка съ бумаги на издѣліе, это послѣднее или бумагу смазываютъ клеемъ, густымъ терпентиннымъ масломъ или скипидаромъ съ примѣсью копаловаго лака и, давъ немного просохнуть, накладываютъ бумагу на издѣліе. При печатаніи на бисквитѣ бумагу, немного погодя, отдѣляютъ мокрой губкой, а при печатаніи на глазури бумага легко снимается послѣ осторожнаго смачиванія скипидаромъ. При употребленіи втораго способа печатанія, на клише наносятъ масляный лакъ и печатаютъ лаковый рисунокъ на тонкую, эластичную пластинку желатина, а съ нея на издѣліе, нажимая на него пластинку. Этотъ лаковый отпечатокъ присыпаютъ тончайшей сухой краской съ ваты или кисти; краска пристаетъ къ лаку и послѣ сушки вполнѣ укрѣпляется на издѣліи. Этимъ же путемъ золотятъ, присыпая порошкообразнаго золота съ флюсомъ. Многоцвѣтную печать производятъ на подобіе хромолитографіи. Переводятъ съ отдѣльныхъ камней послѣдовательно на одну и ту же бумагу соотвѣтственныя краски, а затѣмъ многоцвѣтный рисунокъ съ бумаги переводятъ на издѣліе.

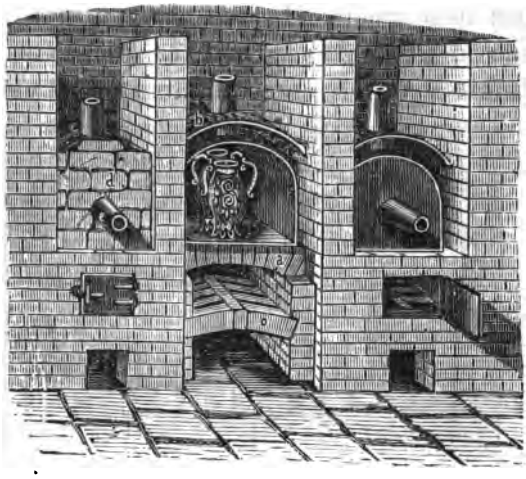
Нерѣдко фарфоровыя и другія глиняныя издѣлія украшаютъ наносятъ на нихъ *фотографіи*. Способъ, всего чаще для этого употребляемый, основанъ на способности камедей, пропитанныхъ растворами желѣзныхъ, урановыхъ и хромовокислыхъ солей калія или аммонія, терять подъ вліяніемъ свѣта свою растворимость и клейкость.

Лучшіе результаты даютъ двухромовокислыя соли и аравійская камедь. Густой растворъ камеди съ прибавленіемъ нѣсколькихъ процентовъ глицерина и двухромовокаліевой или аммоніевой соли наносятъ на стеклянную пластинку тонкимъ слоемъ и слабо нагрѣваютъ до засыханія послѣдняго. Пластинку покрываютъ позитивнымъ стекломъ и выставляютъ на свѣтъ, при чемъ клейкость слоя камеди слабѣетъ со степенью освѣщенія, т. е. уменьшается всего болѣе въ мѣстахъ свѣтлыхъ, а всего менѣе въ мѣстахъ темныхъ. Затѣмъ пластинку посыпаютъ сухою краскою подъ цвѣтъ фотографіи, разглаживаютъ тонкою кистью и снимаютъ все, что не пристало, и получаютъ такимъ образомъ родъ позитива, такъ какъ понятно, что самое большое количество краски пристаетъ къ мѣстамъ, подвергшимся всего менѣе дѣйствію свѣта. Краску заливаютъ тонкимъ слоемъ коллодія, для защиты отъ воды, въ которую теперь погружаютъ пластинку для удаленія хромовой соли. Послѣ вынимания изъ воды камедистую пластинку

[1]) Для выдѣлки такихъ отпечатковъ существуютъ спеціальные заводы.

переводятъ на издѣліе и обжигаютъ послѣднее въ муфелѣ. При обжиганіи камедь и коллодіумъ сгораютъ безъ остатка.

Муфельное обжиганіе производятъ въ муфеляхъ, сдѣланныхъ изъ огнеупорной глины съ примѣсью шамоты и вставленныхъ въ печь (фиг. 338). Муфели имѣютъ сбоку отверстія для вставленія обжигаемыхъ издѣлій, закрываемыя крышками, снабженными трубой *e*; въ сводѣ муфель имѣетъ другую трубку. Когда издѣліе помѣщено въ муфель, закрываютъ крышку и закладываютъ кирпичомъ. Температуру возвышаютъ постепенно и въ началѣ нагрѣванія обѣ трубки оставляютъ открытыми, чтобы облегчить сжиганіе терпентина и удаленіе образующихся при этомъ продуктовъ; затѣмъ отверстія закрываютъ глиняными пробка-



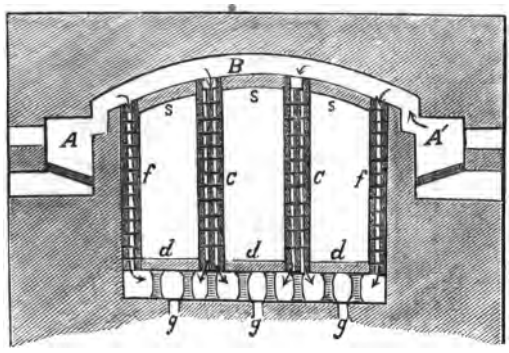
Фиг. 338.

ми и наблюдаютъ за ходомъ обжиганія, открывая трубу *e*. Объ окончаніи обжиганія судятъ по цвѣту муфеля, или же помѣщаютъ въ муфель *пробы*, т. е. чашечки съ мазками краски, по цвѣту которой судятъ о состояніи всѣхъ красокъ вообще.

Нерѣдко устраиваютъ муфели большихъ размѣровъ изъ глиняныхъ плитъ, или изъ кирпичей съ двумя продольными просвѣтами, изъ соединенія которыхъ образуются дымовые ходы, по которымъ двигаются продукты горѣнія, нагрѣвающіе внутреннее пространство муфеля. Такая муфельная печь (A. Augustin'a, 1883) представлена на фиг. 339. Дно муфеля *d* составлено изъ плитъ, лежащихъ на глиняныхъ столбикахъ; сводъ *B*—изъ толстыхъ плитъ. Стѣнки выложены изъ полаго кирпича. По длинѣ муфеля съ каждой стороны печи—рядъ топокъ *AA*; изъ нихъ пламя поступаетъ въ надмуфельное пространство *B*, откуда проходитъ въ каналахъ боковыхъ стѣнокъ *f* и внутреннихъ продольныхъ перегородокъ *c*, *C*, сложенныхъ изъ полыхъ кирпичей. Поступивъ

въ подмуфельное пространство пламя удаляется черезъ нѣсколько рядовъ подовыхъ выходовъ *g* въ боровъ и дымовую трубу. Для болѣе равномѣрной тяги можно устроить 4 дымовыя трубы по угламъ печи. Муфели эти особенно пригодны для обжигаанія эмальированнаго фаянса и вообще всякихъ массивныхъ издѣлій.

Для сбереженія топлива устраиваютъ муфельныя печи съ непрерывнымъ дѣйствіемъ, т. е. рядомъ съ муфелями, служащими для обжиганія собственно, помѣщаютъ муфели для предварительнаго нагрѣванія обжигаемыхъ предметовъ, а также муфели для охлажденія предметовъ послѣ обжиганія. Расположеніе этихъ трехъ категорій муфелей допускаетъ удобное перемѣщеніе предметовъ изъ муфеля для предварительнаго нагрѣванія въ муфель для обжиганія собственно, а изъ него въ муфель для охлажденія. Муфели для предварительнаго нагрѣванія и охлажденія предметовъ нагрѣваются газами изъ топки, служащей для нагрѣванія муфелей для обжиганія собственно.



Фиг. 339.

Мягкій фарфоръ. Фарфоръ этотъ отличается отъ твердаго большей легкоплавкостью смѣси, пластичность которой увеличиваютъ иногда, замѣняя весь или часть каолина пластической глиной или прибавляя къ смѣси клейкихъ тѣлъ. Глазурь—или землистая болѣе легкоплавкая и мягкая чѣмъ глазурь твердаго фарфора, или свинцовая. Благодаря легкоплавкости смѣси и глазури при украшеніи издѣлій этого рода выборъ красокъ значительно расширенъ, и краски могутъ быть наносимы подъ глазурь, чѣмъ увеличивается ихъ живость и прочность. Но, представляя большія выгоды со стороны декоративной, фарфоръ этого рода менѣе твердъ и трудно переноситъ быстрыя измѣненія температуръ, а потому всего болѣе пригоденъ для различныхъ художественныхъ издѣлій и мало пригоденъ для приготовленія посуды и т. д.

Къ мягкому фарфору относится: *новый французскій мягкій фарфоръ*, *новый берлинскій фарфоръ* (фарфоръ *Зегера*), представляющій разновидности твердаго фарфора, близкія къ нѣкоторымъ видамъ китайскаго и япон-

старый французскій мягкій фарфоръ, представляющій переходъ фарфора къ стеклу, и *англійскій мягкій фарфоръ*, представляющій переходъ отъ фарфора къ каменному товару.

Новый французскій мягкій фарфоръ. Смѣсь, служащая для его приготовленія, состоитъ изъ 20—40 ч. каолина, 45—50 ч. пегматита изъ С. Иріе и 3—10 ч. пластической глины (*Салвета*) или изъ смѣси 35,6 каолина, 38,0 ч. полеваго шпата и 26,4 ч. кварца (Lauth) и имѣетъ слѣдующій элементарный составъ:

	I	II
Кремнеземъ	63,03	71,0
Глиноземъ	28,92	23,0
Щелочи	7,05	6,0.

Глазурь—землистая различнаго состава, смотря по окисламъ, служащимъ для ея окрашиванія. Обыкновенная твердая глазурь содержитъ кремнезема 66,56%, глинозема 14,23%, извести 15,05%, щелочей 3,59 и готовится изъ 43 ч. песку изъ Фонтенебло, 33 ч. мѣла и 24 ч. бисквитнаго боя новаго фарфора. Обжиганіе двойное, первое слабѣе втораго (около 1300°).

Новый берлинскій фарфоръ. Глиняная смѣсь состоитъ изъ кварца (45%), полеваго шпата (30) и пластичной глины (25%); глазурь—изъ полеваго штата (83,5 ч.), мрамора (35 ч.) каолина (25,9 ч.) и кварцоваго песка (54 ч.), что соотвѣтствуетъ формулѣ $0{,}3K_2O$, $0{,}7CaO$, $0{,}5Al_2O_3$, $4SiO_2$. Обжиганіе двойное, первое слабѣе втораго (около 1300°).

Старый французскій мягкій фарфоръ (Vieux Sèvres). Въ составъ этого фарфора вовсе не входитъ глина, и черепокъ представляетъ тугоплавкое невполнѣ сплавленное стекло. Тѣсто готовятъ изъ 75 ч. т.-наз. *фриты* [очень богатое кремнеземомъ стекло, получаемое сплавленіемъ кремнезема (60 ч.), селитры (22 ч.), поваренной соли (7,2), соды (3,6 ч.), квасцовъ жженыхъ (3,6) ч. и гипса (3,6 ч.)], 17 ч. мѣла, 8 ч. мергеля и воднаго раствора клея для сообщенія тѣсту пластичности. Формованное издѣліе обжигаютъ при очень невысокой температурѣ и покрываютъ обливаніемъ легкоплавкой свинцовой глазурью, полученной сплавленіемъ 38 ч. глета, 27 ч. песку, 11 ч. кремня, 15 ч. поташа и 9 ч. соды, и вторично обжигаютъ при температурѣ плавленія глазури. Первое обжиганіе сильнѣе втораго.

Этотъ фарфоръ бѣлъ, просвѣчиваетъ и съ виду похожъ на твердый фарфоръ, но легкоплавокъ, царапается ножемъ и дурно переноситъ быстрыя измѣненія температуры, зато въ высшей степени удобенъ для окрашиванія и живописи. Въ прежнее время, въ особенности между 1750—1805 г., его производили въ значительномъ количествѣ въ Севрѣ (Франція), въ Италіи и др. мѣстахъ, но съ открытіемъ спо-

соба приготовленія твердаго фарфора производство его прекратилось, и только въ недавнее время вновь стали дѣлать на Севрскомъ заводѣ опыты его приготовленія, хотя по нѣсколько измѣненному рецепту.

Мягкій англійскій фарфоръ. Его готовятъ изъ каолина, корништона [1]), кремня и жженой кости (40 — 49%) безъ или съ примѣсью пластичной глины.

Вотъ для примѣра составъ такихъ глиняныхъ смѣсей:

Каолинъ	11 ч.	41 ч.	31 ч.
Корништонъ	—	—	26
Пластич. глина	19	—	—
Кремень	21	16	2,5
Жженая кость	49	43	40,5.

По Couper'у элементарный составъ англійскаго фарфора слѣдующій:

SiO_2	39,88	40,40	39,68
Al_2O_3	21,48	24,15	24,65
MgO	—	0,43	0,31
CaO	10,06	14,22	14,18
$Ca_3(PbO_4)_2$	26,44	15,32	15,39
Na_2O и K_2O	2,14	5,23	5,79.

Для скульптурныхъ издѣлій фритуютъ смѣсь кварцоваго песку (33 ч.), жженой кости (65 ч.) и поташа (2 ч.) и фриту послѣ измельченія смѣшиваютъ съ каолиномъ (21—22 ч.); формованное издѣліе подвергаютъ обжиганію и покрываютъ тугоплавкой борно-свинцовой глазурью, при приготовленіи которой часть матеріаловъ [напр. полевой шпатъ 38 ч., мѣлъ 11 ч., кварцъ 24 ч., бура 27 ч.] фритуютъ, фриту порфиризуютъ и смѣшиваютъ съ остальными составными частями (въ данномъ примѣрѣ 60 ч. фриты съ 20 ч. корништона и 20 ч. свинцовыхъ бѣлилъ). Послѣ нанесенія глазури погруженіемъ, издѣлія подвергаютъ второму обжиганію менѣе сильному, чѣмъ первое. Англійскій фарфоръ обладаетъ чисто бѣлымъ цвѣтомъ, просвѣчиваетъ, хорошо (хотя хуже стар. французскаго) покрывается красками и украшеніями, которыя наносятъ на глазурь и укрѣпляютъ муфельнымъ обжиганіемъ. Онъ пригоденъ, какъ и твердый фарфоръ, для выдѣлки весьма разнообразныхъ издѣлій, за исключеніемъ химической и кухонной посуды. Фарфоръ этотъ очень любимъ въ Англіи.

Особый сортъ неглазурованнаго англійскаго фарфора извѣстенъ подъ названіемъ *паріана* [2]). Его готовятъ, смѣшивая 50 ч. фриты [полученной изъ кварца (80 ч.), полеваго шпата (35 ч.), корништона (15 ч.) и поташа (12 ч.)] съ 35 ч. сыраго полеваго шпата, 35 ч. прокаленнаго

---

[1]) Полувывѣтрившагося полеваго шпата, содержащаго SiO_2—74,34, Al_2O_3—18,45%, Fe_2O_3 слѣды, CaO—0,24, K_2O—6,0%.

[2]) Отъ острова Паросъ, знаменитаго своимъ мраморомъ.

полеваго шпата, 75 ч. каолина, 75 ч. жженой кости и 15 ч. флинтгласа. Паріанъ очень схожъ съ мраморомъ и послѣ этого послѣдняго есть красивѣйшій матеріалъ для скульптуры, отличаясь пріятнымъ блескомъ и теплымъ желтоватымъ тономъ (отъ содержанія желѣза въ видѣ окиси). Увеличивая нѣсколько содержаніе желѣза въ паріанѣ получается подражаніе старой слоновой кости. Другой сортъ паріана — бѣлѣе и менѣе прозрачный называется *каррара*.

Издѣлія съ сплавленнымъ непросвѣчивающимъ черепкомъ (каменный товаръ; Steinzeug, grès, stone ware). Издѣлія этой группы отличаются отъ твердаго фарфора тѣмъ, что черепокъ ихъ не просвѣчиваетъ, и глиняная смѣсь, служащая для ихъ полученія, содержитъ болѣе флюса, чѣмъ содержитъ его твердый фарфоръ. Глазурь—или свинцовая, или землистая или вовсе отсутствуетъ.

Каменный товаръ можетъ быть подраздѣленъ по способу приготовленія и свойствамъ на 1) глазурованный тонкій каменный товаръ; 2) неглазурованный тонкій каменный товаръ (веджвудъ) и 3) простой каменный товаръ.

Глазурованный тонкій каменный товаръ готовятъ изъ бѣлой очень пластической глины съ прибавленіемъ каолина, полеваго шпата, гипса и т. п., при чемъ количество плавня составляетъ около половины всей смѣси. Всѣ составныя части смѣси тщательно измельчаютъ и отмучиваютъ, смѣсь отдѣляютъ отъ воды выпариваніемъ и оставляютъ многіе мѣсяцы на воздухѣ. Формовку издѣлій производятъ обыкновенными способами. Обжиганіе одно въ капселяхъ въ стоячихъ пламенныхъ печахъ, иногда съ бѣлымъ фаянсомъ, при чемъ капсели съ каменнымъ товаромъ помѣщаютъ въ тѣ части печи, въ которыхъ температура слишкомъ высока для фаянса. Глазурь наводятъ или налетомъ, покрывая внутреннія стѣнки капселей мелкимъ порошкомъ сплавленной смѣси изъ хлористаго натрія (67 ч.), углекислаго натріевой соли (28 ч.) и окиси свинца (5 ч.), или борно-свинцовою глазурью, или обливаніемъ твердою полевошпатною глазурью (безъ или со свинцомъ). Въ этомъ послѣднемъ случаѣ товаръ обжигаютъ два раза, первый разъ сильнѣе, чѣмъ второй. Безсвинцовыя глазури для издѣлій этого рода должны (Seger, 1886, 1889) соотвѣтствовать формуламъ: тугоплавкая глазурь—

$$\left.\begin{matrix}0{,}3K_2O\\0{,}7CaO\end{matrix}\right\}0{,}5Al_2O_3+4SiO_2$$

легкоплавкая глазурь—

$$RO\ ^1).\ 0{,}6Al_2O_3.5SiO_2.B_2O_3\ \text{(въ видѣ фриты)}+$$
$$+0{,}2Al_2O_3.0{,}4SiO_2\ \text{(въ видѣ сыраго каолина)}$$

---

[1]) $RO=0{,}2K_2O+0{,}8CaO$; $0{,}3K_2O+0{,}7CaO$; $0{,}2K_2O+0{,}2Na_2O+0{,}6CaO$; $0{,}3K_2O+0{,}2Na_2O+0{,}5CaO$; $0{,}6KNaO+0{,}4CaO$.

Тонкій каменный товаръ служитъ суррогатомъ твердаго фарфора; онъ обходится дешевле послѣдняго, такъ-какъ легко формуется и обжигается при болѣе низкой температурѣ; но онъ не просвѣчиваетъ и менѣе легко переноситъ быстрыя измѣненія температуры, чѣмъ твердый фарфоръ.

Тонкій неглазурованный каменный товаръ (Веджвудъ) готовятъ изъ тѣхъ-же матеріаловъ, какъ и бѣлый тонкій глазурованный каменный товаръ, иногда съ значительною примѣсью тяжелаго шпата, и не покрываютъ глазурью [1]).

Веджвудовый товаръ часто окрашиваютъ въ различные цвѣта, при помощи окисловъ металловъ—закисью кобальта въ синій, окисью хрома—въ темнозеленый, окисью хрома и закисью кобальта въ синеватозеленый, окисью желѣза и перекисью марганца—въ черный и т. д. Окислы эти или прибавляютъ къ глиняной смѣси, или же наносятъ только на поверхность издѣлія, погружая его послѣ высушиванія въ барботинъ, окрашенный окислами (ангобажъ). Послѣ погруженія издѣлія въ барботинъ, его высушиваютъ вновь, обтачиваютъ и обжигаютъ.

Окрашенная веджвудова посуда извѣстна подъ различными названіями: *бамбо* (соломеннаго цвѣта), *египтіана* (чернаго), *базальтовая* (хорошо полируется), *яшмовая* и т. д.

Простой каменный товаръ. Издѣлія эти готовятъ изъ пластичной средней огнеупорности глины, содержащей небольшое количество желѣза (1—8%), щелочей (1,5—4%), весьма мало щелочныхъ земель, но большое количество мелкаго песка (до 70%), вслѣдствіе чего усадка невелика. Такимъ образомъ смѣсь, служащая для приготовленія простой каменной посуды, не содержитъ флюса, и полусплавленное состояніе черепка обусловливается химическимъ соединеніемъ кремнезема (песка) съ глиной подъ вліяніемъ высокой температуры. Подготовка сырыхъ матеріаловъ состоитъ въ измельченіи, смѣшеніи и размиманіи; отмучиваніе и гноеніе обыкновенно не употребляютъ; формованіе производятъ обыкновенными пріемами. Обжиганіе—одно при высокой температурѣ, обыкновенно въ лежачихъ пламенныхъ печахъ на голо. Глазурованія или не производятъ, или производятъ налетомъ при помощи поваренной соли (*муравятъ*). Для этой послѣдней цѣли, когда печь съ помѣщенными въ ней издѣліями нагрѣется до опредѣленной температуры, въ нее небольшими порціями вбрасываютъ поваренную соль, которая, при превращеніи въ пары и въ присутствіи водяныхъ паровъ дымовыхъ газовъ, дѣйствуетъ на стѣнки обжигаемыхъ издѣлій, при чемъ выдѣляется хлороводородъ, и кремнеземъ соединяется

[1]) Полая посуда глазуруется внутри.

съ натріемъ и глиноземомъ, образуя блестящій слой на поверхности издѣлія (мураву). Иногда на издѣлія наносятъ борно-свинцовую глазурь налетомъ, обжигая издѣлія въ капселяхъ, смазанныхъ извнутри какою нибудь глазурью, богатой свинцомъ и борной кислотой.

Простой каменный товаръ очень проченъ, хорошо противостоитъ кислотамъ, но плохо переноситъ быстрое измѣненіе температуры. Указаннымъ способомъ готовятъ пивныя кружки, бутылки для минеральныхъ водъ и кислотъ, водопроводныя и сточныя трубы, архитектурныя украшенія, половыя и тротуарныя плиты и т. д.

Издѣлія съ несплавленнымъ порознымъ черепкомъ.

Черепокъ издѣлій этого класса пористый, не просвѣчиваетъ, мягокъ (скоблится ножомъ), пристаетъ къ языку, изломъ землистый. Сюда относятъ весьма разнообразныя издѣлія, которыя могутъ быть подведены подъ четыре группы:

1) *Тонкій фаянсъ съ прозрачной глазурью.* Черепокъ бѣлый огнеупорный, чуть звонкій, покрытъ обыкновенно прозрачной свинцовой (рѣже землистой) глазурью, сообщающей издѣлію непроницаемость. Сюда относится между прочимъ лучшій англійскій фаянсъ.

2) *Фаянсъ съ непрозрачной* (глухой) *глазурью* (эмальированный фаянсъ, майолика). Черепокъ желтоватый (отъ содержанія желѣза), содержитъ послѣ обжиганія углекальціевую соль, покрытъ непрозрачною свинцовою глазурью, мутность которой вызвана окисью олова.

3) *Поливанный товаръ* (простой мягкій фаянсъ). Черепокъ цвѣтной болѣе или менѣе однородный, покрытъ непрозрачной или прозрачной, обыкновенно свинцовой, глазурью. Отличается отъ тонкаго фаянса малой чистотой и малою твердостью черепка, большимъ содержаніемъ извести и менѣе сильнымъ обжиганіемъ. Сюда относится между прочимъ простая домашняя и кухонная посуда.

4) *Жженая глина* (terra-cotta). Черепокъ цвѣтной, почти всегда не покрытъ глазурью. Сюда относятся терракоты въ тѣсномъ смыслѣ слова (скульптурныя и архитектурныя), строевой кирпичъ, а также до нѣкоторой степени огнеупорный товаръ.

Тонкій фаянсъ (Steingut). Для полученія этого рода издѣлій употребляютъ отмученную огнеупорную пластич. бѣлую глину съ примѣсью кремня или кварца, иногда и мѣла *(легкій тонкій фаянсъ)*, или такую же глину съ примѣсью значительнаго количества кремня или кварца и полеваго шпата *(полево-шпатовый фаянсъ или опакъ)*.

Вотъ составъ нѣкоторыхъ фаянсовыхъ смѣсей лучшаго качества (Seger, 1879).

Составъ фаянсовыхъ смѣсей.	Франц. заводовъ.		Бельгійск. заводовъ.		Нѣмецкаго завода.
	I.	II.	Для тонкихъ издѣлій.	Для болѣе простыхъ.	
Кремнеземъ (SiO_2).	61,71	67,45	65,92	61,70	64,25
Глиноземъ (Al_2O_3).	26,69	21,59	23,32	27,01	21,46
Окись желѣза (Fe_2O_3)	1,14	0,59	0,59	0,61	0,54
Окись кальція (CaO).	слѣд.	0	слѣд.	0,65	2,38
Окись магнія (MgO).	0,06	0,51	0,22	0,25	слѣд.
Окись калія (K_2O).	1,30	1,92	1,48	1,32	1,97
Окись натрія (Na_2O).	—	0,24	0,60	0,67	1,03
Угольный ангидридъ (CO_2)	0	0	0	0	1,99
Вода, орган. тѣла.	9,24	7,23	7,24	8,11	6,12
	100,14	99,53	99,37	100,32	99,74
Чистая глина	67,73	53,61	58,56	68,70	51,97
Кварцъ.	24,63	36,66	30,36	27,38	34,50
Полевой шпатъ	7,64	9,73	11,08	3,83	9,16
Углекальціевая соль	0	0	0	0	4,37

Подготовка матеріаловъ и приготовленіе глиняной смѣси, равно какъ и формованіе издѣлій, тѣ же, какъ и при приготовленіи фарфора. Сырые матеріалы тщательно измельчаютъ и отмучиваютъ; смѣшеніе составныхъ частей производятъ въ видѣ мути; отдѣленіе воды отъ мути производятъ фильтръ-прессами; полученное тѣсто мнутъ машинами, подвергаютъ гноенію много мѣсяцевъ и затѣмъ формуютъ или на формовальномъ кругѣ, или отливкой. Формовка фаянса, благодаря пластичности тѣста, болѣе легкая, чѣмъ фарфора. Обжиганіе двойное, какъ и при приготовленіи фарфора, но съ тѣмъ различіемъ, что первое обжиганіе сильнѣе втораго, имѣющаго цѣлью только сплавить легкоплавкую глазурь. Обжиганіе производятъ въ круглыхъ двухъ- или трехъ-этажныхъ печахъ или въ печахъ одноэтажныхъ при температурѣ менѣе высокой, чѣмъ обжиганіе фарфора. Обжигаемыя издѣлія помѣщаютъ, какъ и при обжиганіи фарфора, въ капсели, которыя должны быть хорошо покрыты глазурью (во время глазурнаго обжиганія), такъ какъ въ противномъ случаѣ онѣ сильно поглощаютъ глазурь отъ помѣщенныхъ въ нихъ издѣлій. Послѣ перваго сильнаго обжиганія на издѣліе наводятъ глазурь, такъ-же какъ и на фарфоръ, обыкновенно погруженіемъ. Свинцовая глазурь, употребляемая для фаянсовыхъ издѣлій, имѣетъ очень различный составъ. Для ея приготовленія употребляютъ полевой шпатъ, кремень, тяжелый шпатъ, песокъ, буру, хрусталь, соду, чилійскую селитру, свинцовыя бѣлила, сурикъ и друг., при чемъ обыкновенно изъ части матеріаловъ, служащихъ для приготовленія глазурной смѣси, готовятъ сплавъ (фриту), который измельчаютъ и смѣшиваютъ съ остальными составными ча-

стями глазури. Матеріалы, употребляемые для изготовленія глазури, должны быть чисты и давать безцвѣтную глазурь. Для маскированія желтоватаго оттѣнка глазури прибавляютъ къ глазурной смѣси небольшія количества шмальты. При изготовленіи столовой посуды полезно избѣгать употребленія свинцовыхъ глазурей. Вотъ для примѣра составъ нѣсколькихъ глазурей.

Свинцовая глазурь.

I.		II.	
Корништонъ	40 ч.	Кварцъ	35 ч.
Сурикъ	23 „	Сурикъ	25 „
Сода	14 „	Бура (кристал.)	10 „
Бура	23 „	Каолинъ или пласт. глина	12 „
Шмальта	0,001 „	Мѣлъ (отмуч.)	18 „

Смѣсь фритуютъ цѣликомъ или же безъ свинцовыхъ соединеній, а примѣшиваютъ послѣднія къ готовой молотой фритѣ.

Для простыхъ и тонкихъ фаянсовъ *Сегеръ* (1889 г.) предлагаетъ довольно легкоплавкія *безсвинцовыя* глазури, составъ которыхъ лежитъ между формулами:

$$\left.\begin{matrix}0{,}6K_2O\,(Na_2O)\\0{,}4CaO\end{matrix}\right\}2{,}5SiO_2.0{,}5B_2O_3 \text{ и } \left.\begin{matrix}0{,}3K_2O\,(Na_2O)\\0{,}7CaO\end{matrix}\right\}0{,}6Al_2O_3.5SiO_2.B_2O_3$$

Этимъ формуламъ соотвѣтствуютъ слѣдующіе составы:

Азотнокаліевая соль	60,6	Полевой шпатъ	83,35
или Кальцинировн. сода	31,8	Каолинъ бѣлый	38,55
Мраморъ	20,0	Мраморъ	35,0
Кварцъ	75,0	Песокъ	78
Борн. кислот. крист.	31	Борн. кислот. крист.	62

Составы эти прочнѣе и тверже свинцовыхъ, но требуютъ сильнаго фритованія; плавятся между точками плавленія серебра и золота. Сплавы богатые щелочами (I) идутъ на черепокъ обильный кремнеземомъ, а богатые известью (II)—на черепокъ богатый глиной. Примѣняются также баритовыя глазури, близкія по внѣшнимъ качествамъ и плавкости съ свинцовыми, но тверже и дешевле ихъ. Вотъ для примѣра составъ подобныхъ глазурей $Na_2O.K_2O.CaO.BaO.9{,}6SiO_2.2{,}4B_2O_3$ (*Зегеръ*); $K_2O.Na_2O.BaO.ZnO.Al_2O_3.17{,}5SiO_2.3{,}5B_2O_3$ (*Гейнеке*).

Тонкій фаянсъ вообще окрашиваютъ тѣми же пріемами, какъ и фарфоръ, при чемъ окрашиваніе (больш. ч. печатаніемъ и шаблонами) производятъ чаще всего, нанося краски подъ глазурь.

Производство фаянса обходится дешевле производства фарфора, благодаря болѣе легкому формованію и въ особенности обжиганію при

болѣе низкой температурѣ, требующей меньшаго расхода на топливо. Но фаянсовыя издѣлія дурно переносятъ быстрыя измѣненія температуры, такъ какъ при этихъ условіяхъ трескается глазурь. Въ виду этого, фаянсъ не употребляютъ для кухонной посуды, но примѣняютъ въ широкихъ размѣрахъ для столовой посуды, какъ суррогатъ дорогому фарфору.

Эмальированный фаянсъ или майолика. Издѣлія этого рода изготовляются изъ пластичной гончарной глины, содержащей большее или меньшее количество желѣза съ примѣсью кварца и глинистаго мергеля (до содержанія 25% углекальціевой соли въ смѣси). Прибавленіе извести производятъ въ данномъ случаѣ не съ цѣлью увеличить плавкость смѣси, такъ какъ обжиганіе майолики производятъ при температурѣ, при которой углекальціевая соль не разлагается вполнѣ, а съ цѣлью облегчить соединеніе черепка съ глазурью: известь черепка образуетъ стекло съ кремнеземомъ глазури.

Вотъ для примѣра составъ черепка (обожжен.) нѣкоторыхъ не глазурованныхъ издѣлій:

	1.	2.	3.	4.	5.
Кремнеземъ (SiO_2)	49,56	67,50	46,04	49,07	48,54
Окись алюминія (Al_2O_3)	15,50	28,51	18,45	16,19	12.05
Окись желѣза (Fe_2O_3)	3,07	2,05	3,04	2,82	3,14
Окись кальція (CaO)	22,40	1,52	17,64	18,01	19,25
Окись магнія (MgO)	0,16	—	0,87	0,82	0,30
Угольный ангидридъ (CO_2) и потеря	8,58	0,42	13,96	13,09	16,72
	99,21	100,00	100,00	100,00	100,00

Подготовленіе глинянаго тѣста для производства майолики состоитъ въ измельченіи матеріаловъ, отмучиваніи, смѣшеніи, мятьѣ, гноеніи и послѣдующемъ затѣмъ мятьѣ. Всѣ эти операціи производятъ обыкновенно менѣе тщательно, чѣмъ при приготовленіи тонкаго фаянса съ прозрачной глазурью, а гноеніе тѣста производятъ рѣдко. Формовку производятъ обыкновенными пріемами. Обжиганіе двойное—первое (бисквитное) и второе (глазурное) производятъ почти при одной и той же относительно низкой (900—1100°) температурѣ.

Для обжиганія служатъ всего чаще лежачія 4-хъ-угольныя пламенныя печи, рѣже стоячія круглыя. Бисквитное обжиганіе часто ведутъ на-голо, а глазурное въ муфеляхъ или съ плитами, т. е. устанавливаютъ нижній рядъ издѣлій, покрываютъ ихъ какъ бы навѣсомъ, сложеннымъ изъ квадратныхъ глиняныхъ плитъ, которыя поддерживаются глиняными столбиками. На этомъ навѣсѣ, посыпавъ его пескомъ или шамоттой (чтобы издѣлія не пристали), устанавливаютъ новый рядъ издѣлій и также покрываютъ ихъ плитами, на нихъ рядъ издѣлій и т. д. до свода печи. По бокамъ ряды издѣлій также по мѣрѣ на-

добности перекладываютъ плитами, ставя эти послѣднія на ребро, такъ что нагрѣвательное пространство печи является раздѣленнымъ на много клѣтокъ, внутри которыхъ находятся издѣлія. Чтобы дать проходъ пламени во внутрь этихъ клѣтокъ, срѣзываютъ углы плитъ, вслѣдствіе чего при складываніи плитъ образуются отверстія.

Послѣ перваго обжиганія издѣліе покрываютъ непрозрачной свинцово-оловянной глазурью (бѣлой или цвѣтной) весьма различнаго состава, смотря по составу черепка.

Для примѣра приведенъ ниже составъ нѣкоторыхъ изъ подобныхъ глазурей:

	Глазурь печного изразца.	Синяя глазурь древн.-персидскаго издѣлія.	Глазурь изразца.	Синяя глазурь майолики.	Коричневая глазурь.		Темно-зелен. глазурь для печн. изразц.
SiO_2	44,96	43,67	41,48	51,36	37,99	38,66	36,49
SnO_2	15,66	10,29	23,84	—	0,81	—	1,02
PbO	26,92	25,51	23,73	28,84	49,57	48,07	51,63
Al_2O_3	5,12	2,84	4,37	2,12	2,90	5,80	4,35
Fe_2O_3		—	0,29		1,07	1,30	0,88
Cr_2O_3	—	—	—	—	—	—	0,86
As_2O_3	—	—	—	1,45	—	—	—
$MnO.Mn_2O_3$	—	—	—	—	2,00	1,74	—
CuO	0,23	4,46	—	3,69	—	—	1,55
CaO	0,51	0,96	0,66	0,52	0,95	0,69	2,50
Щелочи	6,11	12,36	5,87	4,45	3,87	4,07	2,87
Хлоръ	0,29	—	—	—	0,66	—	—
B_2O_3 (изъ разности)	—	—	—	7,57	—	—	—
	99,80	100,09	100,24	100,00	99,82	100,33	100,15

Окись олова и свинца прибавляютъ къ глазурной смѣси не въ видѣ таковыхъ, а обыкновенно въ видѣ смѣси (оловянной золы, кальцины), получаемой окисленіемъ (кальцинированіемъ) гранулированнаго сплава олова и свинца въ соотвѣтственныхъ количествахъ, чѣмъ достигается болѣе равномѣрное распредѣленіе окиси олова въ глазури. Глазури, употребляемыя для изготовленія изразцовъ темно-коричневаго цвѣта, олова не содержатъ.

Майоликовыя издѣлія нерѣдко украшаютъ живописью, накладывая краски подъ глазурь, на сырую глазурь (характерно для майолики) или на глазурь (муфельное обжиганіе).

Майолика служитъ для выдѣлки столовой посуды, печныхъ изразцовъ, а также декоративныхъ издѣлій (стѣнныхъ плитъ, блюдъ, вазъ, кружекъ и различной мелочи), которыя занимаютъ нынѣ первое мѣсто среди декоративныхъ глиняныхъ издѣлій.

Выдѣлка изразцовъ представляетъ спеціальную трудность, такъ какъ глиняная смѣсь, содержащая много извести, легко плавится, а смѣсь бѣдная известью плохо держитъ глазурь (эмаль). Въ виду этого, при составленіи глиняной смѣси для изразцовъ приходится опытнымъ путемъ отыскивать наименьшее количество извести, при которомъ получается смѣсь, дающая изразецъ достаточно огнеупорный съ безукоризненною глазурью.

Смѣси подобнаго рода приготовляютъ замѣняя часть песка шамоттой, какъ напр.:

I.		II.	
Пластичная глина .	25 ч.	Пластичная глина .	13 ч.
Мѣлъ.	25 „	Песчаный мергель .	15 „
Шамотта	37 „	Шамотта	12 „
Песокъ	14 „		

Для экономіи, изразцы готовятъ также изъ простой глиняной смѣси и наносятъ на плиту слой болѣе нѣжной смѣси или обливаніемъ или прессованіемъ.

Формовку изразцовъ производятъ на деревянныхъ болванахъ (формахъ), а обводъ (*закрашна*, *рюмка*[1]) выкатываютъ отдѣльно и примазываютъ къ изразцу тонкой глиняной лентой. Формованные изразцы осторожно высушиваютъ и подвергаютъ обжиганію, затѣмъ покрываютъ глазурью (обливаніемъ) и вторичному обжиганію. Для обжиганія служатъ обыкновенныя стоячія пламенныя печи. Въ капсуляхъ изразцы обжигаютъ только тогда, когда топливомъ служитъ каменный уголь.

Поливанный товаръ (обыкновенная гончарная посуда). Матеріаломъ для приготовленія этого рода издѣлій служитъ гончарная глина, выдерживающая безъ размягченія температуру свѣтло-краснаго каленія. Для уменьшенія пластичности къ гончарной глинѣ прибавляютъ песокъ, шамотту и пр.

Глину передъ употребленіемъ въ дѣло подвергаютъ вывѣтриванію, затѣмъ ее замачиваютъ и оставляютъ лежать въ ямахъ нѣсколько мѣсяцевъ. Послѣ замачиванія глину мнутъ ногами или пропускаютъ между вальцами и иногда подвергаютъ гноенію и вторичному разминанію. Формованіе издѣлій производятъ на гончарномъ кругѣ. Послѣ формованія издѣлія сушатъ и покрываютъ глазурью, которую приготовляютъ обыкновенно сплавленіемъ глины съ глетомъ или сѣрнистымъ свинцомъ и измельчаютъ. Иногда подкрашиваютъ глазурь, прибавляя къ ней перекиси марганца или мѣдной окалины. Глазурь на-

[1]) Рюмка служитъ для прикрѣпленія изразца къ печкѣ или къ стѣнкѣ и снабжена двумя противуположными сквозными отверстіями, въ которыя продѣвается проволока.

водятъ на издѣліе или погруженіемъ (рѣдко), или обливаніемъ (всего лучше), или опыливаніемъ (всего чаще). При употребленіи перваго способа, издѣліе передъ погруженіемъ въ глазурную муть сильно сушатъ. Второй способъ состоитъ въ томъ, что глазурь превращаютъ въ мелкій порошекъ, смѣшиваютъ съ водою въ такой пропорціи, чтобы получить жидкость густоты сливокъ и обливаютъ предметъ. Третій способъ „опыленіе“ состоитъ въ томъ, что высушенный предметъ обливаютъ „поливой“, т. е. тонкою мутью изъ глины или бѣлой, или содержащей желѣзо (коричневый товаръ) и затѣмъ обсыпаютъ мелкоистолченной, сухой глазурною смѣсью черезъ волосяное сито или грубое полотно. Такъ-какъ глазурь для этого рода издѣлій всегда содержитъ ядовитыя свинцовыя соединенія, то 1-й и въ особенности 3-й способъ оказываютъ вредное вліяніе для здоровья рабочихъ.

Обжиганіе производятъ или въ лежачихъ, или въ стоячихъ пламенныхъ печахъ, а также въ непрерывно-дѣйствующихъ печахъ на-голо. При обжиганіи температура должна быть на столько высока, чтобы свинцовая глазурь вполнѣ сплавлялась съ черепкомъ, и содержащаяся въ ней окись свинца образовала трудно разлагаемое свинцовое стекло, такъ-какъ въ противномъ случаѣ употребленіе издѣлія этого рода для варки и сохраненія кушаній нужно считать опаснымъ. И дѣйствительно найдено, что даже слабый уксусъ растворяетъ свинецъ изъ глазури, если посуда недожжена, но если она дожжена или пережжена, то раствореніе свинца не происходитъ. Вообще глазурь на этого рода издѣліяхъ держится непрочно, быстро даетъ сѣть трещинъ. Для полученія издѣлій съ болѣе прочной глазурью (кухонныя чашки, и т. д.) ихъ подвергаютъ двойному обжиганію — бисквитному и глазурному. Также предложено замѣнить свинцовую глазурь землистой или баритовой, какъ для тонкаго фаянса. При изготовленіи *цвѣтнаго* поливаннаго товара прибавляютъ соотвѣтственно окислы, къ „поливѣ“ или къ глазури.

Къ поливанному товару относятся издѣлія весьма различнаго характера, а именно простая домашняя и кухонная посуда, цвѣточные горшки, поливанные строительные матеріалы (поливанный кирпичъ, черепица, водопроводныя и водосточныя трубы[1]), стѣнные и печные изразцы и разныя декоративныя издѣлія[2]), которыя снабжаютъ очень разнообразными подглазурными украшеніями.

---

[1]) Какъ мало пригодный суррогатъ трубъ съ сплавленнымъ черепкомъ (стр. 1030) въ виду непрочности глазури и порозности черепка.

[2]) Какъ суррогатъ болѣе дорогой, но болѣе прочной изящной майолики.

Жженая глина. Сюда относятся терракоты въ тѣсномъ смыслѣ слова, строевой и огнеупорный кирпичъ.

Къ разряду *терракоты въ тѣсномъ смыслѣ слова* относятъ издѣлія скульптурнаго характера — статуи, барельефы, вазы и т. д., а также строительные матеріалы — камины, пилястры, карнизы, фонтаны, плиты для облицовки стѣнъ зданій, плиты для половъ, черепицы и т. д. Терракоты, говоря вообще, готовятъ изъ жирныхъ, достаточно огнеупорныхъ глинъ, принимающихъ послѣ обжиганія однородный цвѣтъ, примѣшивая къ нимъ песокъ, шамотту и иногда полевой шпатъ. При приготовленіи тонкихъ терракотъ, глины отмучиваютъ и отдѣляютъ избытокъ воды нагрѣваніемъ; непластическія примѣси измельчаютъ и просѣиваютъ. Болѣе простыя издѣлія изготовляютъ изъ дешевыхъ обыкновенныхъ глинъ и кроютъ ангобомъ изъ глинъ, принимающихъ послѣ обжиганія красивый оттѣнокъ. Формовку производятъ различно, смотря по роду изготовляемыхъ издѣлій. Послѣ формовки сырыя издѣлія нерѣдко полируютъ металлической или стеклянной гладилкой, а также (лицевой кирпичъ) ровняютъ въ шаблонномъ прессѣ (см. ниже). Сушку, особенно массивныхъ издѣлій, производятъ очень постепенно для избѣжанія искривленій. Для обжиганія терракоты употребляютъ пламенныя печи лежачія или круглыя съ возвратнымъ пламенемъ, а также непрерывно-дѣйствующія печи и муфельныя. Обжиганіе ведутъ при высокой температурѣ, при которой черепокъ уплотняется почти до непроницаемости (но не сплавляется), что весьма важно для долговѣчности строительной терракоты, подверженной дѣйствію атмосферныхъ вліяній. Декоративныя терракоты расписываютъ иногда эмальными красками или цвѣтными глазурями, укрѣпляя ихъ вторымъ обжиганіемъ; издѣлія этого послѣдняго рода относятся, строго говоря, къ группѣ эмальированнаго фаянса (майолика).

Сидеролитомъ или *хромолитомъ* называются терракоты грунтованныя или расписанныя восковыми, лаковыми красками или бронзированныя.

Для приготовленія *строеваго кирпича* употребляютъ глины весьма разнообразныхъ качествъ, содержащія обыкновенно значительное количество песку (до $^1/_4$ по вѣсу глины), окиси желѣза, углекальціевой соли (иногда до 30% по вѣсу глины) и друг. Пригодность глины для изготовленія кирпича, точно такъ-же какъ и пригодность глины для другихъ родовъ глиняныхъ издѣлій, опредѣляется изъ опыта, и считаютъ ту глину хорошей, которая даетъ кирпичъ, который: 1) переноситъ обжиганіе не искривляясь, не трескаясь и не уменьшаясь значительно въ объемѣ, 2) имѣетъ достаточную твердость и крѣпость, чтобы не крошиться и не ломаться при обработкѣ и перевозкѣ, 3) имѣетъ до-

статочную порозность, чтобы связывать цементъ (растворъ) и терять сырость, 4) переносить морозы и 5) не выв'ѣтриваетъ солей въ сухое время.

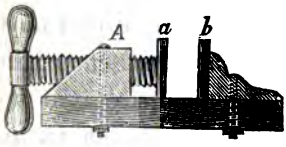
Глину, добытую для приготовленія кирпичей, оставляютъ передъ употребленіемъ лежать болѣе или менѣе продолжительное время (1—2 года) на воздухѣ, при чемъ она разрыхляется, выв'ѣтривается и теряетъ свою естественную слоистость. Затѣмъ ее перелопачиваютъ, напитываютъ водой (замачиваютъ) въ ямахъ вырытыхъ въ землѣ и выложенныхъ или досками, или кирпичемъ на цементѣ. Послѣ замачиванія глину подвергаютъ мятью или ногами въ плоскихъ деревянныхъ ящикахъ (при небольшемъ производствѣ), или при помощи разнообразныхъ механическихъ приспособленій. Если глина слишкомъ пластична (жирна), то во время мятья къ ней прибавляютъ песку или болѣе тощей глины; если глина содержитъ слишкомъ много песку, то изъ глины удаляютъ часть песка отмучиваніемъ.

Формованіе кирпича производятъ или отъ руки, или на большихъ заводахъ при помощи машинъ.

При *ручномъ формованіи* употребляютъ формы, состоящія изъ деревяннаго или чугуннаго ящика безъ дна и крышки, размѣръ котораго нѣсколько больше, чѣмъ долженъ выйти кирпичъ, принимая въ разсчетъ усадку при сушкѣ и обжиганіи. Рабочій кладетъ форму плашмя на столъ, смочивъ ее предварительно водой, осыпаетъ внутри стѣнки и столъ (подъ формой) пескомъ, беретъ кусокъ глины такой величины, чтобы изъ него вышелъ цѣлый кирпичъ, и бросаетъ его въ форму съ нѣкоторой силой, чтобы онъ выполнилъ форму выше краевъ, а излишекъ глины снимаетъ сверху плоской дощечкой (*правиломъ*), смоченной водой, выкладываетъ затѣмъ кирпичъ изъ формы на доску, форму смачиваетъ водой и формуетъ другой кирпичъ. Мальчикъ относитъ доску съ кирпичами и складываетъ эти послѣдніе плашмя для первой просушки на гладкомъ току. Одинъ рабочій можетъ сдѣлать этимъ способомъ отъ 3 до 14 кирпичей въ минуту или $2^1/_6$—10 тысячъ въ 12 ч.

При выдѣлкѣ болѣе цѣннаго кирпича (напр. лицеваго) формовку производятъ на полотнѣ (полотенцѣ). При этомъ способѣ формовки на столъ помѣщаютъ деревянную доску, которую покрываютъ полотенцемъ, одинъ край (соотвѣтств. ширинѣ) котораго укрѣпляютъ неподвижно къ столу, другой противоположный къ свободному деревянному бруску. На полотенце, хорошо растянутое на доску, кладутъ форму, наполняютъ ее какъ обыкновенно глинянымъ тѣстомъ, посыпаютъ поверхность сформованнаго кирпича мелкимъ просѣяннымъ пескомъ, покрываютъ форму дощечкой и приподымаютъ свободный конецъ полотен-

ца такъ, чтобы перевернуть форму, при чемъ дощечка придется внизу, а на ней окажется форма съ кирпичемъ. Снявъ форму кирпичъ на дощечкѣ относятъ въ сушильный сарай. Когда кирпичъ просохъ на столько, что его можно трогать безъ поврежденія, тогда приводятъ его къ строго и заранѣе опредѣленнымъ размѣрамъ и снабжаютъ его правильными и острыми кантами и ровняютъ поверхности (*рихтованіе*) помѣщая его на ребро въ шаблонный прессъ (фиг. 340), между двумя желѣзными дощечками *a* и *b*, изъ которыхъ одна (*b*) укрѣплена неподвижно, другая можетъ передвигаться при помощи винта. Поверхность дощечки *ab* строго соотвѣтствуетъ боковымъ широкимъ поверхностямъ, которыя долженъ имѣть кирпичъ. Придвигая дощечку *a* къ дощечкѣ *b* придаютъ кирпичу желаемую толщину и срѣзываютъ при помощи желѣзной проволоки глину, выпятившуюся при этомъ изъ за краевъ дощечекъ. Обрѣзанныя три стороны обмазываютъ затѣмъ барботиномъ изъ чистой глины и отшлифовываютъ ихъ гладкимъ стальнымъ правиломъ, послѣ чего кирпичу даютъ окончательно просохнуть. Продольный бокъ, лежащій на доскѣ пресса, не ровняется, такъ-какъ онъ при облицовкѣ построекъ приходится во внутрь стѣны.



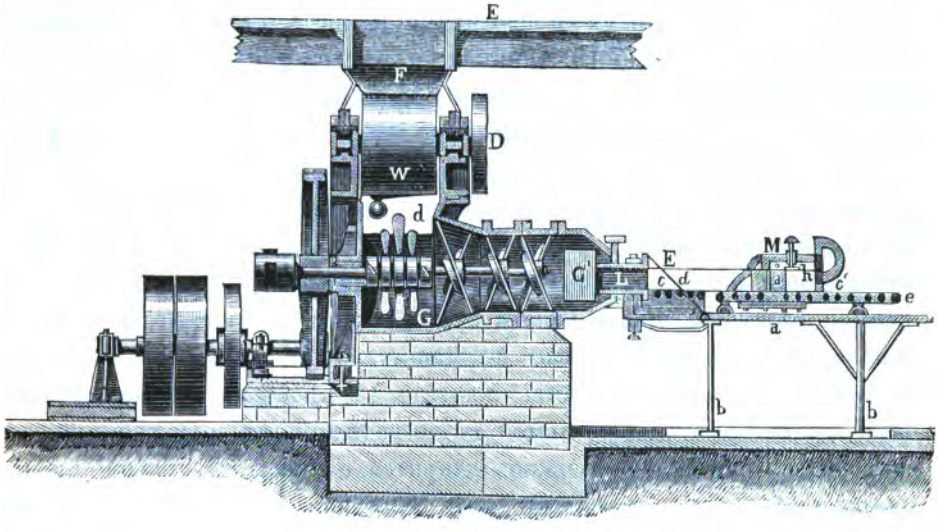
Фиг. 340.

При формовкѣ кирпичей для колоннъ, водостоковъ и т. д. употребляютъ форму соотвѣтственнаго вида.

Для формованія кирпичей изъ глинянаго тѣста *машиннымъ путемъ* предложено много аппаратовъ, которые могутъ быть раздѣлены на двѣ группы — 1) на машины, подражающія ручному формованію, и изготовляющія сырой кирпичъ прессованіемъ готоваго тѣста въ формахъ (лучшій изъ нихъ Канадскій кирпичный прессъ), и 2) на машины, устроенныя на томъ-же основаніи, какъ и машины для приготовленія машиннаго торфа, и вытѣсняющія глину изъ глиномялки черезъ мундштукъ въ видѣ толстаго 4-хъ-угольнаго стержня, который затѣмъ рѣжутъ на куски соотвѣтственной величины проволокой. Машины второй группы самыя употребительныя. Въ однѣхъ изъ нихъ глиняное тѣсто изъ глиномялки продавливается черезъ мундштукъ при помощи винта (машина Гертеля, Шликейзена), въ другихъ при помощи двухъ вальцевъ (машина Саксенберга), въ третьихъ при помощи особеннаго поршня (Клейтонъ), при чемъ тѣсто выходитъ изъ мундштука или непрерывно (машины Гертеля, Шликейзена, Саксенберга и др.), или періодически толчками (Клейтонъ).

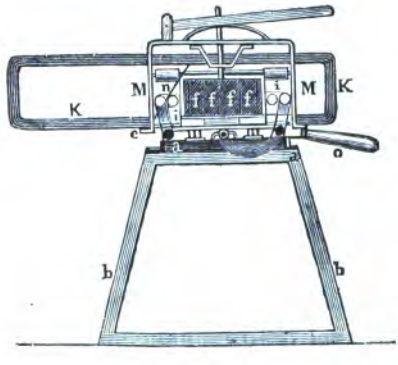
Для примѣра опишемъ здѣсь одну изъ подобныхъ машинъ (Hertel'я и С°) представленную на фиг. 341—342. Она состоитъ изъ пары вращающихся вальцевъ *W* (діам. 54 см., дл. 46 см.), между которыми черезъ во-

ронку F поступаетъ перерабатываемая глина для измельченія содержащихся въ ней комьевъ, въ видѣ лентъ попадаетъ въ глиномялку G, гдѣ она перемѣшивается винтообразно расположенными кулаками и направляется къ ножевому валу, гдѣ она разрѣзывается, перемѣши-



Фиг. 341.

вается и выдавливается въ видѣ прямоугольнаго стержня черезъ *мундштукъ* L—четырехугольную открытую трубку, привинченную къ цилиндру и внутренность стѣнокъ которой выложена цинковыми пластинками,



Фиг. 342.

расположенными чешуеобразно по отверстіямъ, между которыми притекаетъ вода для равномѣрнаго смачиванія стѣнокъ мундштука съ цѣлью уменьшить треніе. Плющильный цилиндръ производитъ 22—28, ножевой валъ 6 — 7 оборотовъ въ минуту. Выдавливаемый глиняный

стержень имѣетъ высоту равную ширинѣ кирпича (около 131 мм.), а ширину равную толщинѣ 4-хъ кирпичей (около 65 мм. каждый) и двухъ теряющихся отрѣзковъ. При помощи аппарата *M* кирпичи отрѣзываются по длинѣ. Глиняный стержень поступаетъ изъ мундштука сначала на пять роликовъ *c*. Здѣсь глиняный стержень разрѣзывается 5-ю наклонно поставленными проволоками *d* на 4 стержня, имѣющихъ толщину равную толщинѣ кирпича, и на два тонкіе отрѣзка по бокамъ, которые поступаютъ опять въ машину. Разрѣзанный на 6 полосъ глиняный стержень, подвигаясь далѣе, поступаетъ на валики 4-хъколесной телѣжки рѣжущаго прибора, движущагося по рельсамъ. Рѣжущій аппаратъ состоитъ изъ двухъ вертикальныхъ боковыхъ стѣнокъ *ii*, которыя могутъ быть приближены и удалены другъ отъ друга при помощи рычага *o*, вертикальной стѣнки *h*, и изъ рамки *M*, снабженной рѣжущей проволокой *n* и подвижной рамкой *K*. При работѣ придвигаютъ телѣжку плотно къ машинѣ, при чемъ глиняный стержень безъ всякихъ препятствій входитъ въ пространство между стѣнками *ii*, которыя удерживаются въ опредѣленномъ положеніи противовѣсомъ. Коль скоро стержень ударится о стѣнку *h*, рабочій подымаетъ рукоятку *o*, вслѣдствіе чего дощечки *ii* приближаются и нѣсколько уплотняютъ глиняный стержень. Если теперь передвинуть рамку *K* перпендикулярно къ телѣжкѣ, то стержни будутъ разрѣзаны на куски соотвѣтственно длинѣ кирпича. Послѣ этого рабочій выдвигаетъ дощечку *h* и вынимаетъ кирпичи съ отрѣзками изъ рѣзальнаго аппарата для дальнѣйшаго транспорта. Телѣжку затѣмъ вновь придвигаютъ къ машинѣ и возобновляютъ работу. Одна машина требуетъ отъ 8 до 10 лошад. силъ и производитъ въ часъ 1500 кирпичей.

Для заводовъ съ паровыми двигателями, *Гертель* устроилъ машину съ нагрѣваніемъ перемѣшиваемаго матеріала отработаннымъ паромъ, что во многихъ случаяхъ увеличиваетъ пластичность матеріала.

Измѣняя въ описанной и ей подобныхъ машинахъ мундштукъ, можно получить при помощи ихъ угловые, желобчатые и т. п. кирпичи, а также черепицу. Если въ отверстіи мундштука укрѣпить (при помощи металлической дуги, придѣланной къ внутренней сторонѣ мундштука) нѣсколько металлическихъ шиповъ, то выдавливаемый стержень глины будетъ заключать соотвѣтственное число полыхъ каналовъ, и при разрѣзѣ его получается такъ-наз. пустотѣлый кирпичъ; если, наконецъ, придать каналу мундштука круглое сѣченіе и въ отверстіе его укрѣпить (указан. выше образомъ) ядро въ видѣ цилиндра, то глина, выдавливаемая черезъ подобный мундштукъ, получитъ форму трубки (дренажн. трубы и т. д.). При приготовленіи трубъ вышеуказаннымъ путемъ нерѣдко производятъ выдавливаніе глинянаго тѣста изъ мундштука не винтомъ, а поршнемъ.

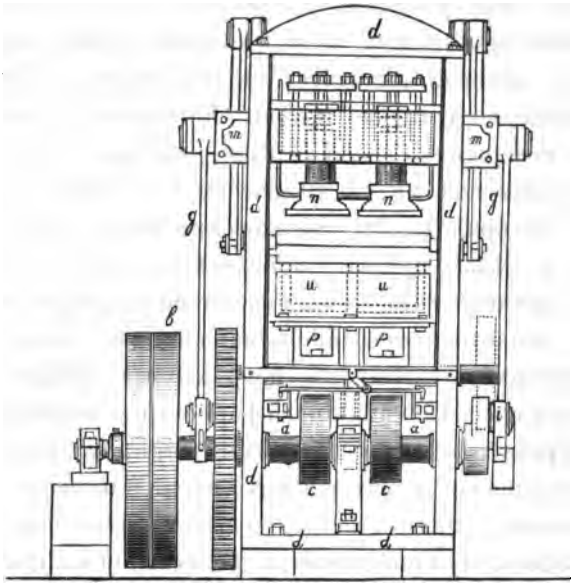
Слѣдуетъ замѣтить еще, что при машинномъ формованіи въ описанной и ей подобныхъ машинахъ глину передъ формованіемъ напитываютъ меньшимъ количествомъ воды, чѣмъ при ручномъ формованіи, чтобы тѣмъ обезпечить кирпичу (и друг. издѣлію), выходящему изъ машины, достаточную плотность, предохраняющую его отъ поврежденія при переноскѣ и при установкѣ въ яруса, а также ускорить его просушку.

Кирпичъ, формованный тѣмъ или другимъ способомъ, содержитъ значительное количество воды (20—45%), а потому передъ обжиганіемъ долженъ быть высушенъ. Эту *сушку кирпича* производятъ обыкновенно на воздухѣ, при чемъ кирпичъ кладутъ сначала плашмя, затѣмъ на ребро подъ навѣсомъ на полкахъ или стойкахъ. При этой сушкѣ, если она произведена по возможности полно, кирпичъ теряетъ только ту воду, которая находится въ его порахъ, сохраняя въ себѣ гигроскопическую воду (около 0,6%). Обыкновенно, однако, кирпичъ послѣ сушки содержитъ 3 — 4% воды, которая удаляется изъ него уже при обжиганіи вмѣстѣ съ химически связанной водой. Для ускоренія сушки, которая длится обыкновенно около двухъ недѣль, а въ особенности съ цѣлью сдѣлать производство кирпича независимымъ отъ погоды и времени года, предложено пользоваться для сушки сыраго кирпича теплотою, отходящей изъ кирпиче-обжигательныхъ печей, а также устраивать сушилки, нагрѣваемыя спеціальными топками.

Описанный способъ машиннаго формованія кирпича, весьма пригодный при переработкѣ пластическихъ, жирныхъ глинъ, требующихъ прибавленія отощающихъ матеріаловъ, вовсе или мало пригоденъ для машинной формовки тощихъ глинъ, которыя, даже послѣ напитыванія водой и разминанія, не пріобрѣтаютъ достаточной пластичности и остаются матеріаломъ дурно-формующимся. Для механическаго формованія кирпичей изъ подобныхъ глинъ примѣняютъ въ широкихъ размѣрахъ въ Англіи и Америкѣ, а теперь и на континентѣ Европы, *сухой способъ формовки*, состоящій въ томъ, что глину превращаютъ въ мелкій порошокъ (бѣгунами, вальцами, дезинтеграторами), который въ сухомъ состояніи формуютъ въ металлическихъ формахъ подъ сильнымъ давленіемъ и послѣ формовки, безъ предварительной просушки на воздухѣ, непосредственно обжигаютъ при температурѣ, достаточной для спеканія частицъ глины въ компактное тѣло. Отсутствіе просушки формованнаго кирпича представляетъ большое преимущество сухаго способа формованія, обѣщающее ему широкое примѣненіе и для формовки и менѣе тощихъ глинъ, которыя могли-бы быть формованы и мокрымъ способомъ, и это тѣмъ болѣе, что при надлежащемъ выборѣ глины и при тщательной работѣ полученный кирпичъ отличается правильной фор-

мой, гладкою поверхностью, плотностью и однородностью, и самое производство (благодаря отсутствію сушки) можетъ быть ведено круглый годъ.

Одинъ изъ очень распространенныхъ прессовъ этой системы (Clayton'a) представленъ на фиг. 343. Въ станкѣ *d* помѣщается ящикъ съ свободно вставляющимися въ него формами *ии*, въ которыя входятъ снизу (*рр*) и сверху (*пп*) прессующіе шомполы, подымаемые и опускаемые при помощи передаточнаго механизма. Верхніе шомполы *пп* полые и черезъ нихъ пропускаютъ отработавшій паръ, чтобы предупредить прилипаніе глины къ нижней ихъ поверхности.



Фиг. 343.

Формы *ии* и головки нижнихъ и верхнихъ шомполовъ могутъ быть легко замѣняемы другими, что даетъ возможность изготовлять кирпичъ различной величины и формы. Наполненіе формъ строго опредѣленнымъ количествомъ матеріала производится изъ ящика, автоматически надвигающагося надъ формами при ихъ наполненіи и удаляющагося послѣ наполненія. Работа происходитъ слѣдующимъ образомъ. Установивъ нижніе и верхніе шомполы на надлежащей высотѣ, смотря по толщинѣ кирпича, который желаютъ получить, и пустивъ машину въ ходъ, формы наполняются соотвѣтственнымъ количествомъ матеріала, и шомполы движутся до тѣхъ поръ, пока глина въ формахъ не спрессована до надлежащихъ размѣровъ, т. е. пока верхній и нижній шомполъ не приближутся къ формѣ на установленное разстояніе; затѣмъ

верхній шомполъ подымается вверхъ и вслѣдъ за нимъ подымается и нижній, неся на головкѣ готовый кирпичъ; когда головка нижняго шомпола сравняется съ верхними краями формы, движеніе его вверхъ прекращается, и выдвинутый изъ формы кирпичъ сдвигается надвигающимся на форму ящикомъ съ свѣжимъ матеріаломъ въ сторону на безконечное полотно, которымъ кирпичъ уносится на придѣланный сбоку столъ, откуда онъ убирается рабочимъ. Въ тотъ моментъ, когда ящикъ съ свѣжимъ матеріаломъ сдвинулъ готовый кирпичъ въ сторону, а самъ плотно прилегъ къ верхнимъ краямъ формы, нижній шомполъ опускается внизъ и образуетъ дно формы, принимая новый зарядъ глины. Ящикъ сходитъ съ формы, и оба шомпола прессуютъ глину, находящуюся въ формѣ въ кирпичъ, который затѣмъ вновь указаннымъ способомъ выдвигается изъ формы. Прессъ этотъ при расходѣ 10 паровыхъ силъ выдѣлываетъ отъ 10 до 12 т. кирпичей въ день.

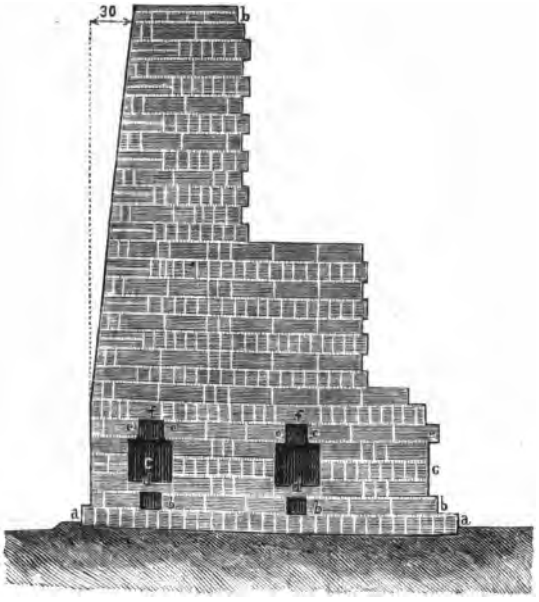
При прессованіи матеріала въ одинъ пріемъ трудно выдѣлить изъ него весь въ немъ заключающійся воздухъ, который затѣмъ сообщаетъ выдѣланному кирпичу неоднородность. Для устраненія этого недостатка придуманы прессы, въ которыхъ прессованіе происходитъ въ нѣсколько пріемовъ или же идетъ постепенно.

Обжиганіе кирпича на временныхъ заводахъ производятъ часто въ кострахъ, на постоянныхъ заводахъ—въ печахъ съ періодическимъ или (при большемъ производствѣ) съ непрерывнымъ дѣйствіемъ. При обжиганіи въ *кострахъ* (напольныхъ печахъ), кирпичъ сырецъ складываютъ въ усѣченную 4-хъ-угольную пирамиду такимъ образомъ, чтобы наружныя стѣны костра замѣняли стѣны кирпиче-обжигательной печи, и въ нижней части его образовались-бы ходы (*очелки*) для топки и проходы для дымовыхъ газовъ до самаго верха (фиг. 344). Такая кирпиче-обжигательная печь содержитъ обыкновенно не менѣе 100 000 кирпича. Послѣ обжиганія костеръ разбираютъ.

Печи съ періодическимъ дѣйствіемъ бываютъ или открытыя, или закрытыя.

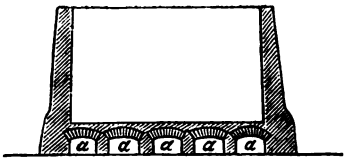
Фиг. 345 представляетъ *открытую печь* съ періодическимъ дѣйствіемъ. Она состоитъ изъ 4-хъ-угольной продолговатой, сверху открытой камеры (ширина 6—8 метр., длина произвольная, соотвѣтств. величинѣ производства). Перпендикулярно къ длиннымъ сторонамъ печи и въ основаніи ея помѣщенъ цѣлый рядъ очелковъ (шириной 0,7—1,0 метр.), отдѣленныхъ другъ отъ друга перегородками или *бычками*. Каждый очелокъ по своей длинѣ прикрытъ рядомъ параллельныхъ арочекъ, (шириной въ одинъ кирпичъ), опирающихся на бычки; между арочками остаются свободные прогары (просвѣты), шириною въ $^1/_2$ кирпича. Пазухи арочекъ забучены и выровнены, такъ-что образуется горизон-

тальный подъ, представляющій въ то-же время, по многочисленности прогаровъ, огромную рѣшетку, на которую и нагружаютъ кирпичъ. Чтобы подъ и нижній слой кирпича не обременялись слишкомъ нагрузкой, высота печи часто дѣлается не болѣе 4 метровъ отъ пода. Дрова забрасываютъ въ очелки, иногда съ одной лишь стороны (тогда другая за-

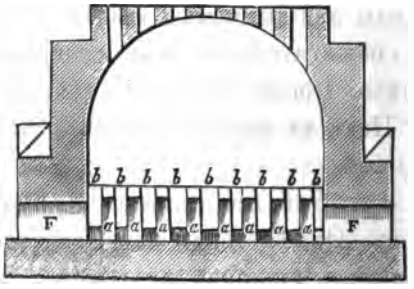


Фиг. 344.

крыта наглухо), а при большой длинѣ очелковъ—съ обѣихъ, и тогда каждый очелокъ раздѣленъ по серединѣ перегородкой, чтобы пламя не переносилось вдоль очелка, а увлекалось тягой въ прогары, идя затѣмъ



Фиг. 345.



Фиг. 346.

промежъ нагрузки до верху. Кладка нагрузки внизу должна быть вообще просторнѣе, нежели вверху. Печи подобнаго рода обыкновенно помѣщаютъ подъ крышу.

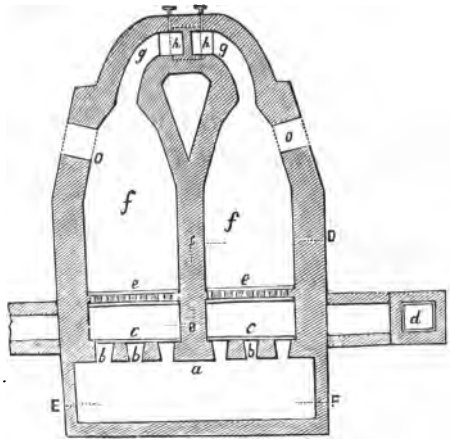
Закрытыя періодически-дѣйствующія печи принадлежатъ къ типу или стоячихъ, или лежачихъ пламенныхъ печей.

Представителемъ первыхъ можетъ служить *голландская сводчатая печь* (фиг. 346), существенно отличающаяся отъ только-что описанной

открытой печи тѣмъ, что сверху она покрыта сводомъ, снабженнымъ цѣлымъ рядомъ отверстій (продушины, дымовые ходы), которыя могутъ быть закрываемы кирпичами для регулированія тяги и хода обжиганія. Кромѣ того, въ одной изъ узкихъ стѣнокъ печи имѣется отверстіе для разгрузки, которое во время обжиганія закладывается. Ширина печи 3—3,6 м. для торфа, 3,6—4,2 м. для дровъ, высота не болѣе 4,2—5,1 м., длина произвольная, но обыкновенно превышаетъ ширину не болѣе чѣмъ въ два раза.

Вмѣсто многихъ отверстій въ сводѣ, печи описаннаго типа снабжаютъ также одной общей трубой.

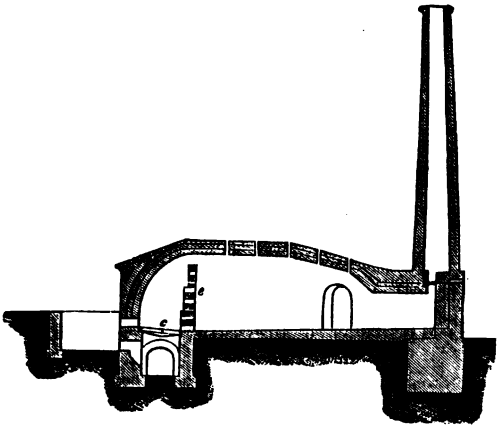
Представителемъ лежачей пламенной печи можетъ служить *кассельская печь*, первоначально появившаяся въ Касселѣ, а затѣмъ быстро распространившаяся. Кассельская печь строится обыкновенно двойною, т. е. съ двумя рядомъ лежащими помѣщеніями для обжиганія съ отдѣльными топками и ходами. Такая двойная печь, приспособленная къ обжиганію въ каждой половинѣ печи 12,5—13,5 т. кирпичей, представлена на фиг. 347 (планъ) и фиг. 348 (разрѣзъ). *a* углубленіе для



Фиг. 347.

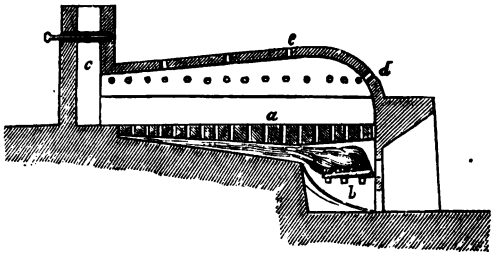
ухода за топкой; *b* — шесть топочныхъ отверстій, по три въ каждомъ отдѣленіи; топки снабжены рѣшетками. Для притока воздуха къ топкамъ каждаго отдѣленія служитъ каналъ *d*; *e* — щитовая стѣна съ прогарами, черезъ которые входитъ пламя въ нагрѣвательное пространство *f*, которое, по мѣрѣ приближенія къ дымовой трубѣ и охлажденія газовъ, все болѣе и болѣе съуживается, превращаясь въ дымовой ходъ *g*, чѣмъ достигается болѣе равномѣрное нагрѣваніе обжигаемыхъ издѣлій. *h* — задвижки въ дымовой трубѣ, *o* — отверстія для разгрузки и нагрузки печи, закрытыя во время обжиганія.

Середину между печами стоячими и лежачими занимаетъ типъ лежачихъ печей (фиг. 349) съ рѣшетчатымъ подомъ. Пламя съ рѣшетки *b* проходитъ черезъ многочисленныя отверстія пода *a* и нагрузку равномѣрно по всему горизонтальному сѣченію и тянется въ трубу *c*. Для болѣе равномѣрнаго распредѣленія жара въ печахъ подобнаго рода, вмѣсто сквозныхъ дыръ, прокладываютъ въ подѣ до 8 продольныхъ горизонтальныхъ каналовъ, идущихъ отъ топки и открываю-



Фиг. 348.

щихся въ нагрѣвательное пространство посредствомъ многочисленныхъ отверстій въ подѣ, черезъ которыя и входитъ пламя.



Фиг. 349.

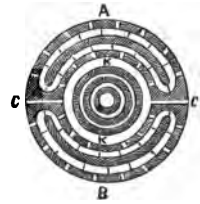
Кассельская и ей подобныя лежачія печи рѣдко употребляются въ настоящее время для обжиганія обыкновеннаго строеваго кирпича, но часто для обжиганія другихъ глиняныхъ издѣлій, о чемъ сказано было выше.

Изъ *непрерывно-дѣйствующихъ печей* самая употребительная для обжиганія кирпича есть *печь Гофмана,* общее устройство которой было уже изложено выше. Спеціально для кирпичнаго производства устраиваютъ эти печи обыкновенно съ 12 камерами, вмѣщающими каждая

отъ 6 до 15 т. кирпичей, при чемъ на каждую 1000 кирпичей (вмѣстѣ съ промежутк.) русскаго размѣра ($6\times3\times1^1/_2$ верш.) требуется 134,3 куб. ф. внутренняго пространства камеры. Встрѣчаются, впрочемъ, печи съ камерами значительно меньшей вмѣстимости (до 3000 кирп.) и значительно большей (maximum 30 000 кирп.).

При нагрузкѣ печи кирпичемъ, помѣщаютъ кирпичи ребромъ, посыпая подъ печи и каждый рядъ мелкимъ пескомъ и оставляя между отдѣльными кирпичами промежутки въ $^1/_4$ см. Самую укладку производятъ такимъ образомъ, что изъ кирпича выкладываютъ вертикальные топочные каналы или шахты, приходящіеся своими верхними отверстіями подъ топочныя отверстія въ сводѣ печи и идущіе до самаго пода, такъ что забрасываемое въ топочное отверстіе топливо попадаетъ по каналамъ, образованнымъ обжигаемымъ кирпичемъ, до самаго пода печи. Этимъ топочнымъ каналамъ и шахтамъ дается различная форма, смотря по топливу. Если топливомъ служатъ дрова, солома, торфъ и другіе легко сгораемые горючіе матеріалы, боковыя стѣнки этихъ вертикальныхъ каналовъ могутъ быть совсѣмъ гладкія, а нижняя часть канала въ объемѣ больше верхней, чтобы она могла вмѣщать требуемое количество топлива; если топливомъ служитъ каменный уголь, въ особенности мелкій и спекающійся, необходимо дѣлать стѣнки канала съ уступами, на которыхъ мелкія части угля задерживаются и сгораютъ легче.

Кромѣ простыхъ (одиночныхъ) печей съ однимъ кольцевиднымъ корридоромъ для обжиганія кирпича, въ крупномъ производствѣ иногда предпочитаютъ употреблять печи двойныя и даже тройныя. Фиг. 350 представляетъ схему двойной печи, состоящей изъ двухъ согнутыхъ продолговатыхъ печей *A* и *B* (каждая въ 14 камеръ), концы которыхъ обращены другъ къ другу и раздѣлены лишь проходами, необходимыми для доставки нагрузки ко внутреннему ряду камеръ. Въ серединѣ между ними помѣщается общая кольцевидная дымовая камера (*K*), съ которою каждая изъ 28 печныхъ камеръ соединена подземнымъ ходомъ. Въ центрѣ устроена дымовая труба. Обѣ печи работаютъ самостоятельно.

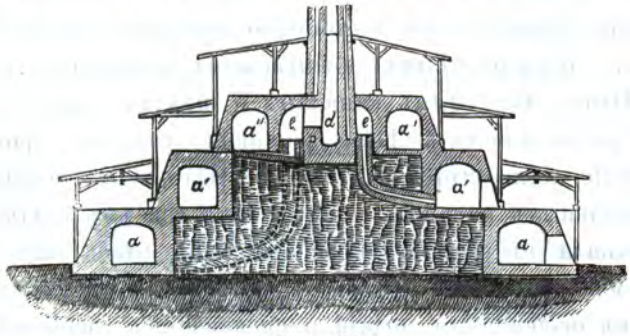


Фиг 350.

Фиг. 351 представляетъ вертикальный разрѣзъ тройной печи, въ которой три корридора, образующіе камеры *a*, расположены равномѣрно террасами, что для тройной печи необходимо для свободнаго доступа къ каждому корридору при нагрузкѣ и выгрузкѣ камеръ. Дымоотводы изъ всѣхъ камеръ (*a*) всѣхъ трехъ корридоровъ выходятъ въ одинъ дымовой корридоръ (*e*), изъ котораго дымъ поступаетъ въ тру-

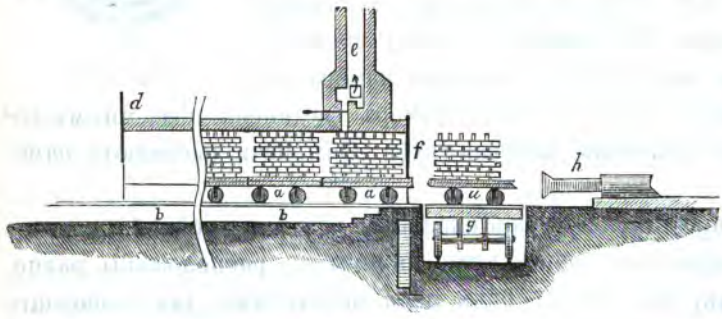
бу (*d*). Въ данной печи каждый изъ трехъ корридоровъ, образующихъ камеры, окружаетъ трубу *d* замкнутымъ правильнымъ кругомъ, какъ и при одиночной печи круглой формы.

Изъ непрерывно-дѣйствующихъ печей другихъ системъ особеннаго вниманія заслуживаютъ *канальныя печи*. Первыя попытки устройства этихъ печей были сдѣланы во Франціи и въ Англіи давно, но только съ семидесятыхъ годовъ, послѣ усовершенствованія ихъ *Отто Бокомъ* въ Брауншвейгѣ, онѣ получили практическое значеніе и нѣкоторое примѣненіе. Въ печахъ Гофмана обжигаемый матеріалъ остается неподвижнымъ, и непрерывное дѣйствіе печи обусловливается передвиже-

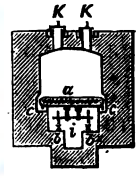


Фиг. 351.

ніемъ мѣста сильнѣйшаго обжиганія изъ камеры въ камеру. Въ канальныхъ печахъ, наоборотъ, мѣсто сильнѣйшаго обжиганія остается неподвижнымъ, а передвигается (на подвижномъ подѣ) обжигаемый матеріалъ по длинному каналу, всего чаще прямому. Такимъ-образомъ *печь Бока* состоитъ изъ длиннаго канала (длина 50—60 м., ширина просвѣта 1,5 м., высота надъ платформой около 1,25 м.), по которому проложены рельсы, на которыхъ двигаются вагонетки, нагруженныя кирпичемъ (фиг. 352—353). По длинѣ своей каналъ раздѣленъ на три



Фиг. 352.



Фиг. 353.

части, изъ которыхъ средняя (представлен. въ разрѣзѣ на фиг. 353) снабжена такими же топочными отверстіями (*KK*), какъ и печь Гоф-

фмана. Только эта часть канала имѣетъ толстыя стѣнки и выложена внутри огнеупорнымъ кирпичемъ. Вагонетки (длин. 1,5 м.)—желѣзныя, и платформы ихъ выложены сверху огнеупорными плитами, сложенными на глинѣ. Низъ вагонетки изолированъ отъ огня песочнымъ затворомъ, который образуютъ укладываніемъ на боковыхъ выступахъ стѣнокъ *cc* (фиг. 353) во всю длину печи по желобу изъ угловаго желѣза, засыпая желобъ пескомъ, въ который погружаются края желѣзныхъ полосъ, прикрѣпленныхъ къ бокамъ каждой платформы вагонетокъ. Если песочный затворъ недостаточно защищаетъ нижнюю желѣзную часть вагонетокъ отъ дѣйствія тепла, тогда охлаждаютъ ее тягою холоднаго воздуха въ каналѣ *i*, оставляя одинъ конецъ послѣдняго открытымъ и соединяя другой съ трубой. Оба отверстія канала для ввода и вывода вагонетокъ закрыты подвижными щитами. Въ концѣ, въ которомъ вагонетки вдвигаются въ печь (*f*), помѣщена труба *e*, по направленію которой идутъ продукты горѣнія изъ средней части канала, между тѣмъ какъ воздухъ, необходимый для сожиганія топлива, поступаетъ въ каналъ съ противуположнаго конца печи и регулируется щитомъ *d*. Когда печь въ ходу, каналъ наполненъ цѣпью вагонетокъ, нагруженныхъ кирпичемъ, при чемъ въ средней части канала находится кирпичъ обжигаемый, въ лѣвой части (въ нашей фигурѣ)—обожженный и охлаждаемый при помощи воздуха, а въ правой части — недожженный и поднагрѣваемый отходящими дымовыми газами. Во время обжиганія кирпича въ средней части вся цѣпь вагонетокъ неподвижна, но по окончаніи его вагонетки передвигаютъ: къ входу при *f* подвозятъ на нѣсколькихъ вагонеткахъ сырой кирпичъ, подымаютъ щитъ *f* и вдвигаютъ вагонетки въ каналъ (часто при помощи особаго толкателя *h* съ зубчатымъ приводомъ [1]), при чемъ одновременно равное число вагонетокъ съ подогрѣтымъ кирпичемъ перемѣщается въ среднюю часть канала для окончательнаго обжиганія, и такое-же число вагонетокъ съ обожженнымъ и охлажденнымъ кирпичемъ выдвигаютъ изъ печи. На каждой платформѣ вагонетки можетъ быть уложено 500 — 800 кирпичей съ пустыми шахтами, соотвѣтствующими топочнымъ отверстіямъ, черезъ которыя забрасывается топливо. Суточное обжиганіе въ такой печи равно 8—12 т. кирпича.

Въ печахъ Бока желѣзные затворы сильно изнашиваются отъ тренія о песокъ, и самая изоляція колеснаго механизма отъ огня до-

[1]) Передвиженіе вагонетокъ въ каналѣ можетъ быть облегчено, сообщая рельсамъ небольшой наклонъ по направленію передвиженія вагонетокъ. Въ этомъ случаѣ цѣпь вагонетокъ движется сама собою.

вольно сложна. Это неудобство можетъ быть вполнѣ устранено употребляя скользящія платформы, изъ огнеупорной глины, края которыхъ не доходятъ до стѣнокъ канала. На нижней сторонѣ каждой платформы имѣется два продольныхъ углубленія, которыми она и скользитъ по глинянымъ выступамъ, вдѣланнымъ въ подъ вмѣсто рельсовъ. Передвиженіе цѣпи такихъ платформъ не представляетъ затрудненій, если каналу данъ небольшой уклонъ.

Огнеупорныя издѣлія. Сюда относятся кирпичи для внутренней облицовки печей, плавильные тигли, муфели, реторты и т. д. Для изготовленія этихъ издѣлій употребляютъ такъ-наз. огнеупорныя глины съ примѣсью шамотты или-же кварца, рѣже другихъ тѣлъ (графитъ). Какъ сказано выше (стр. 985) самыми огнеупорными глинами являются тѣ, которыя при ничтожномъ содержаніи флюса содержатъ возможно большее количество или глинозема, или-же кремнезема. Отсюда ясно, что при выдѣлкѣ огнеупорнаго кирпича или вообще огнеупорныхъ издѣлій изъ глинъ, богатыхъ глиноземомъ, прибавляютъ къ послѣднимъ шамотту, а при выдѣлкѣ этихъ издѣлій изъ глинъ, богатыхъ кремнеземомъ — кварцовый песокъ. Въ связи съ этимъ всѣ болѣе употребительныя огнеупорныя издѣлія могутъ быть раздѣлены на двѣ главныя группы—на *шамоттовыя* и *кварцовыя*.

Шамоттовыя издѣлія (45 — 60% шамотты) получаютъ изъ огнеупорныхъ богатыхъ глиноземомъ глинъ съ примѣсью шамотты, которую приготовляютъ продолжительнымъ обжиганіемъ глины въ отражательныхъ или шахтовыхъ печахъ до температуры не ниже той, при которой впослѣдствіи будетъ обжигаться изготовляемое издѣліе, чтобы тѣмъ устранить усадку. Послѣ обжиганія глины отдѣляютъ всѣ части ошлакованныя, а остальныя измельчаютъ болѣе или менѣе крупно, смотря по изготовляемому издѣлію: чѣмъ оно массивнѣе, тѣмъ крупнѣе измельчаютъ, но вообще величина зерна не должна превышать 4 — 5 мм., такъ-какъ въ противномъ случаѣ издѣліе легко трескается при сушкѣ. Послѣ измельченія, шамотту просѣваютъ и смѣшиваютъ съ сухой молотой глиной и изъ смѣси, при помощи воды, образуютъ густое тѣсто, которое тщательно разминаютъ и подвергаютъ продолжительному гноенію. Формованіе большей частью ручное; сушка очень постепенная и тщательная (очень крупныя издѣлія сушатъ годъ и болѣе), обжиганіе въ печахъ съ періодическимъ или непрерывнымъ дѣйствіемъ. Чѣмъ больше разрушительныхъ вліяній издѣлію приходится впослѣдствіи испытывать, тѣмъ тщательнѣе должна быть его выдѣлка.

Шамоттовыя издѣлія не только переносятъ высокую температуру, но они довольно хорошо противустоятъ дѣйствію щелочей и потому могутъ быть названы *щелоче-огнеупорными*.

Кварцовыя издѣлія (50 — 91% кварца) готовятъ изъ огнеупорныхъ глинъ съ значительною примѣсью кварцоваго песка, кварца, кремня, песчаника въ видѣ крупныхъ зеренъ. Съ увеличеніемъ содержанія кремнезема возвышается огнеупорность издѣлій, и уменьшается ихъ усадка въ жару. При значительномъ содержаніи кремнезема усадки вовсе не происходитъ, а наоборотъ объемъ издѣлія (вслѣдствіе перехода кремнезема изъ кристаллическаго состоянія въ аморфное, имѣющее меньшій удѣльный вѣсъ) увеличивается и тѣмъ больше, чѣмъ продолжительнѣе и сильнѣе нагрѣваніе. Въ виду этого, кирпичи съ большимъ содержаніемъ кремнезема весьма пригодны для сооруженія печныхъ сводовъ. Кромѣ печныхъ кирпичей, изъ глинъ съ значительнымъ содержаніемъ кремнезема готовятъ и тигли. Такъ, извѣстные гессенскіе тигли состоятъ изъ равныхъ частей глины и песку.

Кварцовыя издѣлія, при найбольшемъ содержаніи кварца, бываютъ огнеупорнѣе шамоттовыхъ, но они легко разъѣдаются основными плавами, будучи за то очень стойкими по отношенію къ кислотамъ; въ виду этого ихъ можно назвать *кислото-огнеупорными*.

Кромѣ шамотты и кремнезема иногда прибавляютъ къ огнеупорнымъ глинамъ, съ цѣлью уменьшить ихъ усадку и увеличить огнеупорность или другія качества, тальк, азбестъ (3 части на 1 часть огнеупорной глины), жировикъ, тальковый сланецъ, обожженный бокситъ и углеродъ (чистый коксъ, антрацитъ, графитъ). Изъ этихъ издѣлій болѣе широкое примѣненіе имѣютъ *графитовые тигли*, служащіе для плавки металловъ. Тигли эти представляютъ то удобство, что углеродъ, въ нихъ содержащійся, препятствуетъ окисленію металловъ во время плавленія и увеличиваетъ теплопроводность стѣнокъ, а слѣдовательно уменьшаетъ и трескаліе тиглей при быстромъ нагрѣваніи. Готовятъ графитовые тигли, смѣшивая въ опредѣленной пропорціи шамотту, графитъ и пластическую глину съ водой для образованія тѣста, изъ котораго послѣ надлежащаго разминанія формуютъ тигель или ручной работой, или при помощи формъ. На Обуховскомъ сталеплавильномъ заводѣ для изготовленія графитовыхъ тиглей употребляютъ смѣсь изъ 5—7 ч. цейлонскаго графита, 10 ч. черепка (измельч. черепокъ старыхъ графитовыхъ тиглей), 8 ч. жженной кусковой боровицкой (Новг. г.) глины и нежженной пластической андомской (бл. Шлиссельбурга) глины, высушенной при 80°. Матеріалы въ сухомъ видѣ измельчаютъ подъ бѣгунами, просѣиваютъ, смѣшиваютъ въ указанной пропорціи въ барабанѣ, вновь просѣиваютъ смѣсь, превращаютъ ее въ тѣсто обливаніемъ и перемѣшиваніемъ съ горячей водой. Полученное тѣсто мнутъ подъ бѣгунами (20—30 минутъ) и превращаютъ въ кубы (ок. 0,3 метра величины) при помощи винтоваго пресса. Кубы складываютъ дня на три

до недѣли въ подвалы, имѣющіе температуру не выше 15°, затѣмъ протираютъ ихъ черезъ грохотъ и изъ полученныхъ „макаронъ“ формуютъ тигли (емкостью около 0,03 куб. м., высота 42,5 см., діаметръ внизу 15,25 см., діаметръ вверху 24,4 см.) при помощи пресса. Тигли послѣ формованія осторожно высушиваютъ. Подобнымъ же образомъ изготовляются и крышки для тиглей. На Обуховскомъ заводѣ тигли употребляютъ въ дѣло только разъ и затѣмъ превращаютъ въ черепокъ, служащій матеріаломъ для изготовленія новыхъ тиглей.

Графитъ — кристаллическое видоизмѣненіе углерода, темно-сѣраго цвѣта, весьма огнеупорное и трудно сгораемое и окисляемое. Онъ встрѣчается въ видѣ листоватыхъ, лучистыхъ, чешуйчатыхъ и сплошныхъ аггрегатовъ, а также вкрапленный въ породахъ. Кристаллизуется въ моноклинической системѣ, имѣетъ металлическій блескъ, непрозраченъ, жиренъ на ощупь, маракъ и пишетъ. Удѣльн. вѣсъ 1,9 — 2,3. Кромѣ углерода содержитъ большее или меньшее количество золы, состоящей изъ окиси желѣза, хрома, титана, кремнезема, глинозема и извести (кремнеземъ и глиноземъ преобладаютъ). Встрѣчается на Цейлонѣ, въ Испаніи, Баваріи, Англіи; у насъ онъ встрѣчается сплошными массами весьма чистымъ въ Тункинскихъ горахъ (Иркутской г., Маріинскій рудникъ), на Нижней Тунгузкѣ (Енисейская губ.). Кромѣ того графитъ найденъ въ Россіи и въ другихъ мѣстахъ, а именно въ Киргизской степи, на Уралѣ (бл. г. Златоуста, с. Баевское, д. Сарапулки и др.), въ Финляндіи, Херсонской губ. (Александр. уѣзда, с. Петрова и др.), Екатеринославской губ. и друг.

Вотъ для примѣра составъ нѣкоторыхъ графитовъ:

	Воды гигроскоп.	Углеродъ.	Зола	Итого.	
Графитъ Цейлонскій кристаллическій	5,10	79,40	15,50	100,00	
„ „ продажный	5,20	68,30	26,50	100,00	
Графитъ Кумберландскій (очень хорошій образецъ)	1,10	91,55	7,35	100,00	
Графитъ Иркутской губ. (Маріинскій руд. Алибера) . . .	—	94,77	5,22	99,99	Лаборат. Горнаго Департам. (1847 г.).
„ „ „ „ „ „ . . .	—	85,65	14,35	100,00	Кокшаровъ (1853).
Графитъ Иркутской губ. (Маріинскій руд. Алибера) окристаллизованный	1,21	91,02	3,21	95,44	Ласковскій (1856).
Графитъ Иркутской губ. (Маріинскій руд. Алибера) жилковатый	0,88	83,76	15,11	99,74	
Графитъ Иркутской губ. (Маріинскій руд. Алибера) жилковатый	3,77	84,08	10,83	98,83	П. А. Пузыревскій (1857).
Графитъ Енисейской губ. (по Нижней Тунгузкѣ, открытый М. К. Сидоровымъ)	1,88	93,78	4,34	100,00	Ціукеръ въ Берлинѣ.
Графитъ Енисейской губ. (по Нижней Тунгузкѣ, открытый М. К. Сидоровымъ) по рѣкѣ Курейкѣ	1,06	90,67	8,16	99,89	Артилл. лабораторія.
Тоже.	1,08	90,32	8,60	100,00	Ціукеръ.
Графитъ Финляндскій Сантимихельской губ. (Пихіелакскій)	—	91,3	8,7	100,00	
„ „ „ „ (Мендухарскій)	0,86	78,54	20,60	100,00	Фрюкбергъ.
„ „ „ „ „	0,20	76,90	22,90	100,00	Златоуст. лабораторія.
„ „ „ „ „	—	71,6	28,4	100,00	Артилл. лабораторія.
Графитъ Финляндскій Куопіоской губ. верхній слой. . . .	0,81	61,45	37,74	100,00	Фрюкбергъ.
„ „ „ „ грубый слой. . . .	0,90	81,08	18,02	100,00	
Графитъ Херсонской губерніи.	0,55	75,21	24,24	100,00	(Бунге, 1874).
Графитъ Волынской губ. (Новгородъ-Волынскаго уѣзда, с Мехеринцы).	0,12	54,30	45,58	100,00	(Бунге, 1881).

Графитъ, кромѣ приготовленія изъ него огнеупорныхъ издѣлій, употребляется для изготовленія карандашей, для черненія желѣзныхъ предметовъ, какъ смазочное средство и для другихъ цѣлей.

Огнеупорные камни и тигли готовятъ кромѣ того еще изъ слѣдующихъ матеріаловъ:

1) *Естественныхъ кварцитовъ и песчаниковъ*, состоящихъ изъ кварцовыхъ зеренъ, связанныхъ незначительнымъ количествомъ цемента. Имъ придаютъ требуемую форму обтеской.

2) *Искусственнаго песчаника* (*динасъ*), который готовятъ сильнымъ обжиганіемъ смѣси кварцовыхъ зеренъ съ незначительнымъ количествомъ извести. Для приготовленія камней дробленный кварцъ или естественный песчаникъ смѣшиваютъ съ водою и нѣсколькими процентами (1 — 2) извести, содержащей желѣзо, или смѣси извести съ глиной, формуютъ ручнымъ путемъ или въ формахъ подъ давленіемъ и сильно обжигаютъ, при чемъ цементъ вступаетъ въ химическое соединеніе съ кварцомъ на поверхности его зеренъ, крѣпко спаивая ихъ между собою. Динасъ впервые (лѣтъ 30 тому назадъ) былъ приготовленъ въ Англіи, и до сихъ поръ англійскіе динасы пользуются большою извѣстностью, хотя динасы готовятъ и въ другихъ мѣстахъ.

Какъ естественные песчаники, такъ и динасы отличаются большою огне- и кислото-упорностью и весьма пригодны для сооруженія сводовъ стекло-плавильныхъ и другихъ печей съ непрерывнымъ дѣйствіемъ.

3) *Извести и магнезіи*, которыя издавна употребляютъ для набойки или изготовленія цѣльныхъ тиглей для плавленія самыхъ огнеупорныхъ тѣлъ, а въ болѣе новое время въ видѣ кирпичей (*основныхъ*), для футеровки бессемеровскихъ грушъ и для сооруженія разныхъ пудлинговыхъ печей съ цѣлью удаленія изъ желѣза фосфора, легко переходящаго въ основные шлаки. Основные кирпичи оказались также весьма пригодными для облицовки доменнаго горна, такъ-какъ они мало измѣняются не только основными, но и кислыми шлаками. Готовятъ основные кирпичи изъ хорошо обожженнаго магнезита или доломита или извести съ примѣсью флюса (силикаты, костяная зола, гипсъ и т. п.). Матеріалы измельчаютъ, смѣшиваютъ, формуютъ въ кирпичи и, послѣ сушки, обжигаютъ при высокой температурѣ, тѣмъ высшей, чѣмъ меньше было взято флюса. Или-же смѣшиваютъ порошкообразную жженую магнезію со смолой и формуютъ изъ смѣси кирпичи подъ давленіемъ 200 атм. Тигли изъ магнезіи и извести готовятъ или прессованіемъ, или вырѣзываніемъ изъ большихъ кусковъ хорошо обожженнаго известняка или магнезита.

4) *Горшечнаго камня* (Pierre Mollaire), представляющаго смѣсь талька[1]), хлорита[2]) и доломита. Онъ встрѣчается въ Норвегіи, въ Южномъ Тиролѣ и въ Сѣверной Америкѣ. Камень этотъ на столько мягокъ, что изъ него могутъ быть вырѣзываемы сосуды, которые послѣ обжиганія пріобрѣтаютъ значительную прочность. Кирпичи, сдѣланные изъ этого камня путемъ обтески, оказались весьма огнеупорными и пригодными для внутренней облицовки печей, служащихъ для плавленія ѣдкихъ и сѣрнистыхъ щелочей. Элементарный составъ горшечнаго камня слѣдующій (W. Hempel и W. Jezierski, 1896):

SiO_2	44,3	MgO	20,7
CaO	3,4	Na_2O	4,7
Fe_2O_3	4,2	Cl	0,2
Al_2O_3	4,3	H_2O	10,6
			100,00

Подобный же камень можетъ быть полученъ искусственно, смѣшивая въ надлежащихъ отношеніяхъ мелкій порошокъ высушенной кирпичной глины съ мелкимъ порошкомъ магнезіи (получающейся какъ побочный продуктъ при добываніи хлора и хлороводорода изъ хлористаго магнія въ Стасфуртѣ) или магнезита и прокаливая смѣсь (W. Hempel и Jezierski, 1896).

---

[1]) Водный силикатъ магнезіи ($H_2Mg_3Si_4O_{12}$) явно-кристаллич. (*талькъ*) или скрытно-кристаллич. (*стеатитъ, жировикъ*); удѣльн. вѣсъ 2,69—2,80; безцвѣт. или окрашенъ, прозрачный или просвѣчиваетъ. Часть магнезіи (1—5%) иногда замѣщена FeO; примѣсь Al_2O_3 (до 2%).

[2]) Водный силикатъ главнымъ образомъ MgO и Al_2O_3 [$H_9(Fe,Mg)_5Al_3Si_3O_{20}$]. Кристалл. въ гексагонал. системѣ; удѣльн. вѣсъ 2,8—2,95; окрашенъ въ зеленый цвѣтъ.

ИЗВЕСТЬ и УГОЛЬНЫЙ АНГИДРИДЪ.

Известь.

Известь гашеную (CaH_2O_2) и негашеную (CaO) употребляютъ (какъ мы уже видѣли и увидимъ впослѣдствіи) въ весьма многихъ производствахъ какъ самую дешевую щелочь; но главное количество извести идетъ для приготовленія цементовъ, служащихъ для связи кирпичей и камней. Она служитъ также какъ бѣлая водная краска для грубыхъ и дешевыхъ покрасокъ по штукатуркѣ, кирпичу и камню, давая, вслѣдствіе поглощенія изъ воздуха угольнаго ангидрида, довольно прочную и постоянную покраску.

Въ техникѣ известь добываютъ исключительно изъ углекальціевой соли, встрѣчающейся въ природѣ въ видѣ известковаго шпата, аррагонита, мрамора, мѣла и известняковъ.

Углекальціевая соль ($CaCO_3$). Частичный вѣсъ 100,00. Въ 100 ч. $CaO = 56$, $CO_2 = 44$. Теплота образованія (Ca, C, 3O) = 267,7 K (въ кристалл. видѣ); (CaO, CO_2) = 42,5 K. Кристаллизуется въ ромбоэдрахъ гексагональной системѣ (Исландскій шпатъ) или призмахъ ромбической системы (аррагонитъ). Удѣльный вѣсъ исландскаго шпата 2,70 — 2,72; аррагонита 2,93 — 2,95; аморф. 2,716. При нагрѣваніи на воздухѣ (800 — 900°) отдаетъ угольный ангидридъ, уменьшается въ объемѣ (на 10 — 20%) и превращается въ рыхлую окись кальція; разложеніе происходитъ легче въ струѣ воздуха или водянаго пара, постоянно уносящей образующійся угольный ангидридъ (Gay - Lussac, 1837). При нагрѣваніи въ закрытой фарфоровой трубкѣ плавится, застывая въ кристаллическую массу (G. Rose, 1863). Въ водѣ не растворяется, растворяется въ водѣ, содержащей угольный ангидридъ, съ образованіемъ двууглекислой соли.

Известковый шпатъ и аррагонитъ встрѣчаются въ природѣ относительно рѣдко, а мраморъ служитъ цѣннымъ скульптурнымъ и строительнымъ матеріаломъ, а потому для полученія извести для техническихъ цѣлей служитъ обыкновенно мѣлъ [1]) и всего чаще известняки.

[1]) Мѣлъ примѣняется не только для полученія извести, для писанія, но также въ различной степени и тонкости измельченія въ широкихъ размѣрахъ какъ бѣлая клеевая краска. Какъ масляная краска мѣлъ не годится, такъ какъ съ масломъ даетъ желто-грязнаго

Эти послѣдніе встрѣчаются почти во всѣхъ осадочныхъ формаціяхъ и часто въ огромныхъ количествахъ. Известняки не представляютъ чистой углекальціевой соли, а напротивъ того содержатъ всегда большее или меньшее количество постороннихъ примѣсей, а именно углемагніевую соль, окись желѣза, окись марганца, окись алюминія, кремнеземъ, глину, воду, органическія тѣла (уголь, смолы), рѣже—сѣрнистое желѣзо, фосфорнокальціевую соль, соли щелочей и друг. Если количества названныхъ минеральныхъ примѣсей невелики (менѣе 10%), то при обжиганіи известняковъ получается болѣе или менѣе чистая известь, которая сильно нагрѣвается при обливаніи водой, распадаясь при этомъ въ порошокъ, и при смѣшеніи съ бо́льшимъ количествомъ воды даетъ вязкое тѣсто (*жирная известь*); если же количество постороннихъ минеральныхъ примѣсей (глины) велико (15 — 30%), то при обжиганіи получается известь, которая при обливаніи водою мало или вовсе не нагрѣвается, не распадается въ порошокъ и не образуетъ съ водою густаго тѣста (*тощая известь*).

Известняки перваго рода употребляются для полученія извести; нѣкоторые виды известняковъ втораго рода употребляются для полученія гидравлическихъ цементовъ, о которыхъ сказано будетъ ниже.

Вотъ для примѣра составъ нѣсколькихъ известняковъ, пригодныхъ для полученія хорошей (жирной) извести.

	Иностранные.			Русскіе [1]).		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Углекальціевая соль ($CaCO_3$) . . .	89,41	97,00	97,05	96,11	96,48	93,71
Углемагніевая соль ($MgCO_3$). . . .	0,95	—	1,41	1,62	0,95	2,76
Фосфорнокальціевая соль ($Ca_3P_2O_8$).	0,14	—	—	—	—	—
Окись желѣза (Fe_2O_3)	0,53	2,0	1,40	0,46	0,29	0,32
Окись алюминія (Al_2O_3)	1,20					
Кремневая к. растворим. (SiO_2) . .	0,19	1,0	0,22	—	—	—
Нераствор. остатокъ	2,12	—	—	0,28	1,72	2,84
Смолы (гумин. тѣла)	5,10	—	—	(0,49)	(0,13)	—
Вода	0,17	—	—	0,32	—	6,37
	99,81	100,00	100,08	99,28[2])	99,57	100,0

цвѣта краску съ слабою кроющею способностью. Лучшіе сорта мѣла, употребляемаго какъ краска, продаютъ въ видѣ лепешекъ, тонкихъ пластинокъ, ступочекъ, а всего чаще въ видѣ тонкаго порошка. Въ Россіи извѣстностью пользуется бѣлгородскій мѣлъ, добываемый около г. Бѣлгорода въ Курской губерніи. Самородный бѣлгородскій мѣлъ на столько чистъ, что въ естественномъ своемъ видѣ можетъ идти въ дѣло какъ краска; лучшіе сорта получаютъ отмучиваніемъ (*плавленный мѣлъ*). Самые высокіе сорта мѣла (какъ краску) получаютъ двойнымъ разложеніемъ угленатріевой соли и известковыхъ растворимыхъ солей. Известковый шпатъ (Blanc de Paris) употребляется также какъ бѣлая краска, но въ малярномъ дѣлѣ самостоятельно не употребляется, а служитъ для фальсификаціи многихъ красокъ, во всѣхъ случаяхъ, гдѣ тяжелый шпатъ (стр. 603 и 606) по высокому своему удѣльному вѣсу не можетъ быть примѣненъ.

[1]) По анализамъ химика Кіев. Отдѣл. Императорскаго Русскаго Техническаго Общества *Б. О. Райкевича* (1885—1887).

[2]) Кромѣ того $MnCO_3$ 0,47%, $CaSO_4$ 0,14%, силикатовъ 0,11%.

Обжиганіе известняковъ съ цѣлью полученія извести производятъ различно, смотря по назначенію извести, топливу, служащему для обжиганія, и величинѣ сбыта жженой извести.

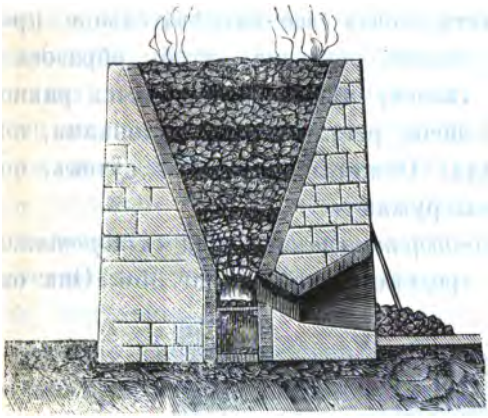
Въ мѣстахъ, въ которыхъ топливо дешево и известь не имѣетъ широкаго и постояннаго сбыта, обжиганіе известняковъ производятъ самымъ первобытнымъ способомъ въ кучахъ, ямахъ или напольныхъ печахъ. Въ мѣстахъ, въ которыхъ известь имѣетъ постоянный сбытъ, обжиганіе известняковъ производятъ въ постоянныхъ (кирпичныхъ) печахъ, при употребленіи которыхъ уменьшается расходъ на топливо, и получается болѣе однородный и доброкачественный продуктъ.

Число постоянныхъ печей, предложенныхъ и употребляемыхъ для обжиганія известняковъ, очень велико, но всѣ онѣ могутъ быть раздѣлены на двѣ группы: на печи съ періодическимъ дѣйствіемъ, примѣняемыя при маломъ производствѣ, и на печи съ непрерывнымъ дѣйствіемъ, примѣняемыя при большемъ производствѣ извести. Печи каждой изъ двухъ группъ могутъ быть подраздѣлены на двѣ подгруппы—на печи съ короткимъ пламенемъ, въ которыхъ обжигаемый известнякъ приходитъ въ непосредственное прикосновеніе съ топливомъ и всего болѣе пригодныхъ при употребленіи топлива, горящаго короткимъ пламенемъ (антрацитный уголь, коксъ), и на печи съ длиннымъ пламенемъ, снабженныя отдѣльными топками и пригодныя при употребленіи топлива съ длиннымъ пламенемъ (дрова, пламенный уголь). Какъ видоизмѣненіе непрерывно-дѣйствующихъ печей можно расматривать известково-обжигательныя печи съ газовыми топками и циркулярныя печи. Печи циркулярныя самыя производительныя и экономическія, но устройство ихъ стоитъ дорого, а потому онѣ примѣняются только тамъ, гдѣ известь имѣетъ весьма обширный и постоянный сбытъ.

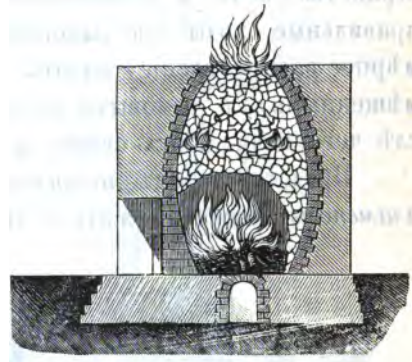
Печь съ періодическимъ дѣйствіемъ и съ короткимъ пламенемъ представлена на фиг. 354. Въ нижней части воронко-образной шахты (высота 3,76—5,6 м; діаметръ вверху 2,2—4,7 м., внизу 1,56 м.) помѣщена рѣшетка надъ зольникомъ; выше рѣшетки лежитъ наклонный каналъ для разгрузки печи, который можетъ быть замурованъ или закрытъ желѣзной дверкой. Нижняя узкая часть шахты закрыта продырявленнымъ сводомъ. При нагрузкѣ печи помѣщаютъ на сводъ хворостъ или мелкіе куски дерева, затѣмъ слой топлива (мелочь тощаго кам. угля), на него слой известняка, измельченнаго въ небольшіе куски и т. д., закрываютъ наклонный каналъ и разводятъ на рѣшеткѣ огонь, который сообщается хворосту и каменному углю, лежащему на сводѣ. Когда огонь достигнетъ верхней части печи, и верхній слой известняка будетъ надлежащимъ образомъ обожженъ (на что требуется 24 — 36 часовъ

времени), тогда печи даютъ остыть и разгружаютъ известь черезъ боковой наклонный каналъ. Обыкновенно строятъ нѣсколько (3) печей подобнаго рода вмѣстѣ и располагаютъ работу такимъ образомъ, что когда въ одной изъ печей происходитъ обжиганіе, въ другой происходитъ охлажденіе жженой извести, а въ третьей нагрузка. Главное неудобство этихъ печей, имѣющихъ довольно широкое примѣненіе, это—образованіе большаго количества дыма.

Печь съ періодич. дѣйствіемъ и съ длиннымъ пламенемъ простѣйшаго устройства представлена на фиг. 355. Печь подобнаго рода устраиваютъ на откосахъ известняковыхъ ломокъ, чтобы облегчить нагрузку печи сверху. Сначала въ печи складываютъ изъ самыхъ боль-



Фиг 354.



Фиг. 355.

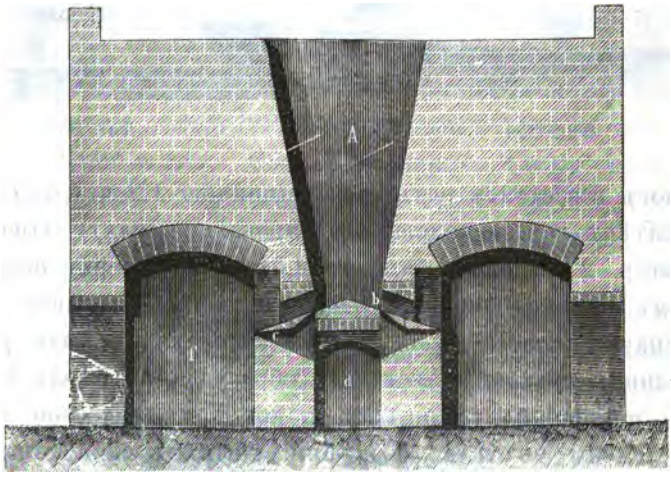
шихъ кусковъ известняка родъ свода вышиною 1,2 метра, служащаго топкой, и затѣмъ черезъ колошникъ наполняютъ шахту (высота 4,9 м.; верхн. діаметр. 2 м.; нижн. діаметръ 2,5) печи до верху обжигаемымъ известнякомъ. Черезъ топочное отверстіе вводятъ топливо и поддерживаютъ сначала слабый огонь (чтобы воспрепятствовать растрескиванію большихъ кусковъ известняка, образующихъ сводъ топки), затѣмъ огонь постепенно усиливаютъ и, когда верхніе слои известняка будутъ раскалены до бѣла, обжиганіе считаютъ оконченнымъ, печи даютъ охладиться, послѣ чего и разгружаютъ. Въ среднемъ обжигъ продолжается 36—48 ч. При употребленіи дровъ въ топкѣ не устраиваютъ колосниковъ, при употребленіи угля снабжаютъ топки колосниками.

Въ печахъ новѣйшей конструкціи этого типа надъ топками устраиваютъ продырявленный постоянный кирпичный сводъ (при употребленіи дерева какъ топлива) или располагаютъ топки вокругъ шахты (при употребленіи камен. угля), чѣмъ устраняется необходи-

мость сооруженія временнаго свода изъ известняковъ, а также иногда покрываютъ сверху шахту кирпичнымъ продырявленнымъ сводомъ, отверстія котораго могутъ быть закрываемы и открываемы, чѣмъ облегчается управленіе огнемъ съ цѣлью болѣе равномѣрнаго распредѣленія жара по всѣмъ частямъ нагрѣвательнаго пространства печи.

Къ этой же группѣ печей относится также печь, употребляемая иногда въ Англіи на заводахъ, приготовляющихъ известь для хлорной извести. Печь эта представляетъ собой лежачую сводчатую пламенную печь (длин. 20 м.; высота 8 м., вмѣстимость 10 000 кгр. известняка), снабженную двумя топками, тремя дымовыми отводами и большимъ сводчатымъ отверстіемъ спереди печи для нагрузки и разгрузки печи. Отверстіе это во время обжиганія закладывается временною стѣнкой. Обжигаемый матеріалъ выполняетъ почти все нагрѣвательное пространство печи и укладывается такимъ образомъ, чтобы образовать правильные ходы для дымовыхъ газовъ, чѣмъ обезпечивается равномѣрное распредѣленіе теплоты въ печи, регулируемое заслонками, помѣщенными въ дымовыхъ отводахъ. Обжиганіе длится 4 сутокъ, послѣ чего печи даютъ остыть и разгружаютъ.

Представителемъ *непрерывно-дѣйствующихъ печей съ короткимъ пламенемъ* можетъ служить печь, представленная на фиг. 356. Она от-

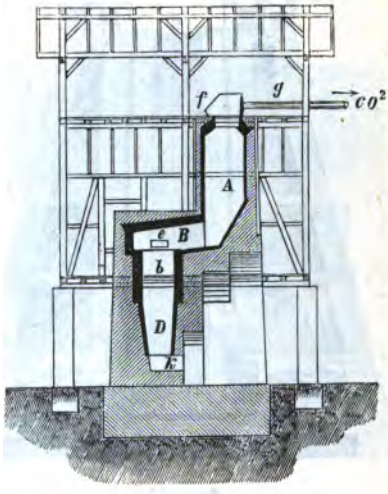


Фиг. 356

личается отъ періодически-дѣйствующей печи съ короткимъ пламенемъ тѣмъ, что нагрузка печи чередующимися слоями известняка и топлива и разгрузка извести происходятъ непрерывно. *A*—воронкообразная шахта (высота 4,8 м.; діаметръ внизу 1,4 м ; діаметръ верху 2,8 м.); *b*, *b*—отверстія, черезъ которыя удаляется известь съ сѣдлообразнаго пода печи. Если желаютъ привести печь въ дѣйствіе, разводятъ на подѣ печи

сильный огонь и наполняютъ печь чередующимися слоями топлива и известняковъ. Когда нижніе слои известняка будутъ обожжены, приступаютъ къ выгрузкѣ извести въ опредѣленные промежутки времени и къ нагрузкѣ печи въ тѣ-же промежутки новыми слоями известняка и топлива. Выгружаемая известь изъ отверстій *bb* проходитъ по рѣшеткѣ *c*, черезъ которую проваливается известковая мелочь въ камеру *d*, между тѣмъ какъ известь въ кускахъ попадаетъ въ камеру *ff*. Печь указанныхъ размѣровъ даетъ въ 24 ч. 8 куб. метр. извести.

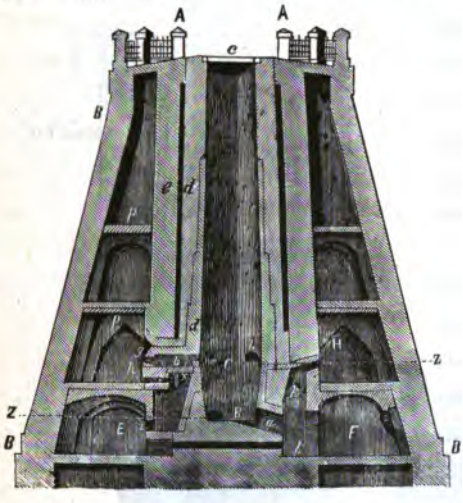
Какъ особенное видоизмѣненіе непрерывно-дѣйствующей печи съ короткимъ пламенемъ можно разсматривать *этажную печь Dietzsch*'а (1883), снабженную колѣнчатой шахтой и представл. на фиг. 357. Вверху при *f* производятъ нагрузку известняка, который подогрѣвается въ отдѣленіи *AC* отходящими изъ печи газами. Подогрѣтый известнякъ попадаетъ затѣмъ въ горизонтальное отдѣленіе печи *B*, изъ котораго его ломами переводятъ въ соотвѣтственныхъ количествахъ въ калильное отдѣленіе *h*, гдѣ происходитъ обжиганіе собственно твердымъ топливомъ, вбрасываемымъ въ это отдѣленіе черезъ отверстіе *e*. Изъ калильнаго отдѣленія обожженный известнякъ (жженая известь) поступаетъ въ холодильное отдѣленіе *D*, въ которомъ онъ охлаждается токомъ воздуха, притекающимъ въ калильное пространство для сжиганія топлива, и изъ котораго онъ выгружается при *K* въ опредѣленные промежутки времени. Печь Дитцша, употребляемая какъ при обжиганіи известняковъ, такъ и при производствѣ цементовъ, сберегаетъ расходъ на топливо (употребляя съ пользой теплоту отходящихъ газовъ и теплоту, содержащуюся въ жженой извести), но нѣсколько ухудшаетъ качество жженой извести, такъ-какъ при прохожденіи воздуха черезъ слой нагрѣтой извести часть послѣдней должна превращаться въ углекальціевую соль, вслѣдствіе поглощенія угольнаго ангидрида изъ воздуха.



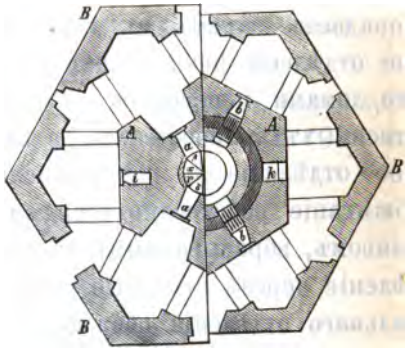
Фиг. 357.

Представителемъ *непрерывно-дѣйствующей печи съ длиннымъ пламенемъ* можетъ служить *Рюдерсдорфская печь* (системы Rumford'а), изображенная на фиг. 358—359 и отапливаемая дровами или торфомъ. Печь (высота 14,2 м.; діаметръ у пода и колошника 1,9 м.; діа-

метръ на высотѣ топокъ 2,5 м.) образована изъ внутренней шахты d изъ огнеупорнаго кирпича и наружнаго кожуха e, пространство между которыми наполнено золою, строительнымъ мусоромъ и т. п. для лучшаго сохраненія тепла и возможности расширенія стѣнъ шахты d отъ теплоты. Третья стѣнка B заключаетъ въ себѣ помѣщенія H, F и т. д., служащія для высушиванія дровъ, храненія извести, пребыванія рабочихъ и т. п. На высотѣ 2,2 м. надъ подомъ шахты находятся 4 топки b, расположенныя по окружности шахты и снабженныя рѣшетками и зольниками. Для извлеченія обожженной извести служатъ 4 отверстія около пода шахты; для облегченія извлеченія извести подъ шахты имѣетъ выпуклую поверхность съ наклономъ къ



Фиг. 358.



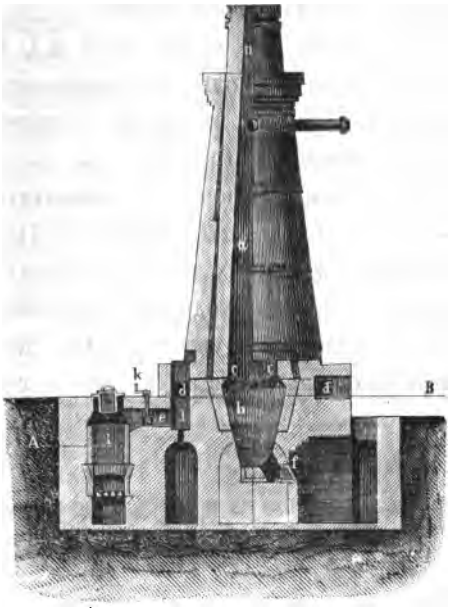
Фиг. 359.

сторонѣ выгребныхъ отверстій. Пуская печь въ ходъ, забрасываютъ дрова въ шахту, зажигаютъ ихъ и наполняютъ шахту известнякомъ до уровня топокъ, не разводя огня въ боковыхъ топкахъ. Послѣ сожженія дровъ и установленія въ печи надлежащей тяги ее наполняютъ известнякомъ въ довольно крупныхъ кускахъ и разводятъ огонь въ боковыхъ топкахъ. Когда известнякъ, находящійся выше топокъ, обожженъ, извлекаютъ изъ печи слой обожженнаго и нѣсколько уже охладившагося известняка (извести), при чемъ лежащіе ниже топки верхніе слои опускаются, сверху въ колошникъ насыпается свѣжій известнякъ, и работа продолжается такимъ образомъ безостановочно до разрушенія печи. Печь указанныхъ выше размѣровъ производитъ въ день болѣе 11 000 кгр. извести.

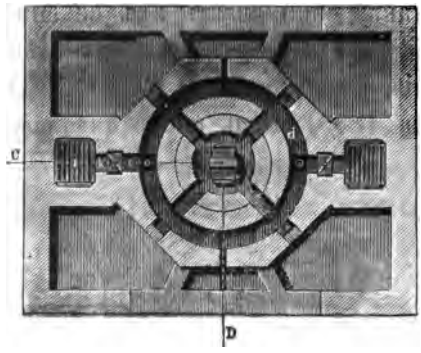
Непрерывно-дѣйствующія печи съ газовыми топками (впервые предложенныя Hans'омъ Siemens'омъ въ 1862 г. и F. Steinmann'омъ въ

1864 г.) имѣютъ устройство сходное съ непрерывно-дѣйствующими печами съ длиннымъ пламенемъ, съ тою только разницей, что онѣ вмѣсто топокъ снабжены генераторами (стр. 149), газъ изъ которыхъ приводится въ шахту, гдѣ онъ и сгораетъ на счетъ приводимаго сюда же воздуха.

Фиг. 360 — 361 представляютъ газовую печь *Штейнмана*: *a*, *a* шахта, сооруженная изъ огнеупорнаго матеріала и изолированная



Фиг. 360.

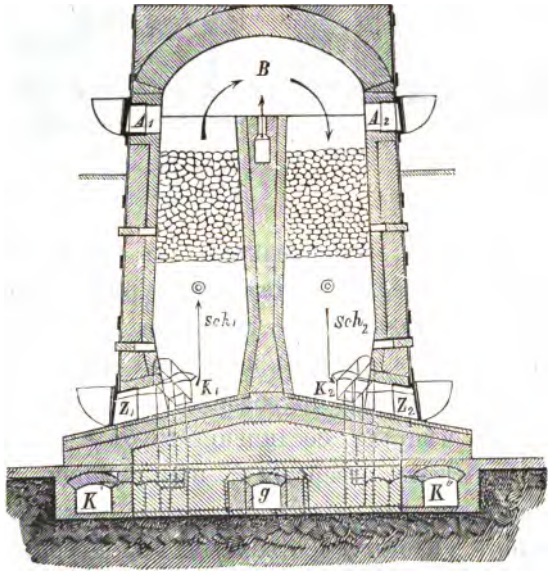


Фиг. 361.

отъ кожуха слоемъ песку; *b* заплечники, въ которыхъ собирается и нѣсколько остываетъ известь; *cc* газовыя фурмы, которыя непосредственно соединены съ кольцевымъ каналомъ *dd* и могутъ быть прочищаемы черезъ отверстія *h*, *h*. Въ кольцевой каналъ газъ попадаетъ изъ генераторовъ при помощи приводящихъ трубъ *e*, *e*, снабженныхъ заслонками *k k*. Въ мѣстахъ соединенія трубъ *e* съ кольцевымъ каналомъ *d* первыя имѣютъ отверстія *l*, при помощи которыхъ смола стекаетъ въ пріемникъ; для облегченія этого стеканія кольцевой каналъ имѣетъ слабые уклоны къ отверстіямъ *l*. Дверцы *ff*, черезъ которыя производятъ разгрузку извести, имѣютъ каждая 4—5 отверстій для притока въ шахту воздуха, служащаго для сожиганія генераторныхъ газовъ; воздухъ этотъ, проходя черезъ накаленную известь, содержащуюся въ заплечникахъ, охлаждаетъ эти послѣдніе и нагрѣвается самъ, чѣмъ увеличивается пирометрическое дѣйствіе топлива. Надлежащій притокъ воздуха регулируютъ, закрывая и открывая от-

верстія дверецъ *ff*. Нагрузка шахты производится черезъ колошникъ, который можетъ быть закрытъ при отсасываніи угольнаго ангидрида черезъ трубку *m* (см. ниже).

Печь Штейнмана и ей подобныя, въ которыхъ фурмы, приводящія генераторный газъ, помѣщены въ боковыхъ стѣнкахъ шахты, имѣютъ тотъ недостатокъ, что генераторный газъ почти немедленно послѣ входа въ шахту подымается вверхъ вдоль стѣнокъ шахты, вслѣдствіе чего центральная часть шахты мало нагрѣвается. Въ виду этого, шахты подобныхъ печей должны имѣть небольшой діаметръ (не болѣе 1,57 м.), и потому печи эти пригодны для относительно небольшаго производства. Чтобы устранить этотъ недостатокъ печей съ газовымъ отопленіемъ и сдѣлать ихъ пригодными и для большаго производства, были предложены различныя приспособленія и между прочимъ—приводить генераторные газы не сбоку, а снизу въ центрѣ шахты. (Nehse, 1876), а также направлять ихъ не снизу вверхъ, а сверху внизъ по шахтѣ, при одновременномъ подогрѣваніи воздуха, необходимаго для сжиганія генераторныхъ газовъ теплотой обожженной извести (Fr. Siemens, 1889). Печь послѣдняго рода представлена на фиг. 362. Она со-



Фиг. 362.

стоитъ изъ двухъ поставленныхъ рядомъ вертикальныхъ шахтъ Sch_1 и Sch_2 и сожигательной камеры *B*. Шахты нагружаются попеременно черезъ отверстія A_1 и A_2, а разгружаются снизу попеременно же черезъ отверстія Z_1 и Z_2. Воздухъ поступаетъ въ печь, а продукты горѣнія

уходятъ изъ печи то черезъ каналъ K_1, то черезъ каналъ K_2, смотря по положенію клапана, помѣщеннаго въ этихъ каналахъ. Если допустимъ, что шахта Sch_1 наполнена уже обожженнымъ и нагрѣтымъ известнякомъ (известью), а шахта Sch_2 свѣжимъ известнякомъ, въ такомъ случаѣ воздухъ впускаютъ черезъ каналъ K_1, онъ проходитъ черезъ известь, охлаждаетъ ее и, нагрѣвшись самъ, встрѣчается въ камерѣ съ генераторнымъ газомъ, воспламеняетъ послѣдній, и сильно нагрѣтые продукты горѣнія направляются сверху внизъ по шахтѣ Sch_2 черезъ известнякъ, обжигаютъ его, и продукты горѣнія, вмѣстѣ съ выдѣляющимся изъ известняка угольнымъ ангидридомъ и водяными парами, уходятъ черезъ каналъ K_2 въ трубу. Когда обжиганіе известняка въ камерѣ Sch_2 окончено, разгружаютъ шахту Sch_1, вновь ее нагружаютъ известнякомъ и, мѣняя положеніе клапана, направляютъ воздухъ черезъ каналъ K_2 въ шахту Sch_2, а продукты горѣнія отводятъ въ трубу черезъ каналъ K_1.

Циркулярныя печи, предложенныя и употребляемыя для обжиганія известняковъ, имѣютъ то же устройство, какъ и циркулярныя печи, служащія для обжиганія глиняныхъ издѣлій (стр. 1012), но при обжиганіи известняковъ въ этихъ печахъ стараются не пропускать слишкомъ долго воздухъ черезъ жженую известь (для ея охлажденія и нагрѣванія воздуха, служащаго для сжиганія топлива), чтобы воспрепятствовать поглощенію известью угольнаго ангидрида изъ воздуха.

Самая большая циркулярная печь (Гофманна) на континентѣ производитъ въ сутки 60 000—70 000 кгр. извести; въ Англіи существуютъ печи еще большихъ размѣровъ.

Печи, описанныя выше, сооружаютъ изъ кирпича, обкладывая внутреннія стѣнки шахты, топокъ и отверстій для нагрузки и разгрузки огнеупорнымъ кирпичемъ, сложеннымъ на глинѣ. Полезно отдѣлять внутреннюю огнеупорную облицовку шахты отъ внѣшней стѣнки печи (кожуха) слоемъ изъ дурнаго проводника (глины, золы и т. д.). Для увеличенія прочности печей ихъ снабжаютъ желѣзной арматурой.

Температура, при которой производятъ обжиганіе извести, зависитъ до нѣкоторой степени отъ качества обжигаемаго известняка. Если известнякъ содержитъ мало постороннихъ минеральныхъ примѣсей (въ особенности кремнекаліевыхъ соединеній), обжиганіе можно производить при высокой температурѣ, если же обжигаемый известнякъ содержитъ много постороннихъ примѣсей, въ такомъ случаѣ стараются производить обжиганіе при возможно низкой температурѣ, чтобы воспрепятствовать образованію легкоплавкихъ кремнекислыхъ соединеній, такъ-какъ образованіе этихъ соединеній влечетъ за собою спеканіе извести и ухудшеніе ея качества, дѣлая ее болѣе тощей.

Присутствіе влаги облегчаетъ удаленіе изъ известняка угольнаго ангидрида, а потому при обжиганіи известняковъ, долго пролежавшихъ на воздухѣ и вполнѣ высохшихъ, помѣщаютъ на подъ зольника сосудъ съ водой, которая, испаряясь, поступаетъ въ шахту печи и облегчаетъ удаленіе угольнаго ангидрида.

Количество топлива, необходимое для обжиганія единицы вѣса известняка, зависитъ отъ качества обжигаемыхъ известняковъ (чѣмъ они богаче углекальціевой солью, тѣмъ, понятно, требуется и большее количество топлива для разложенія одной вѣсовой единицы) и отъ устройства печи; вообще же оно значительно больше теоретическаго. По теоріи для разложенія 100 кило чистой углекальціевой соли на окись кальція и угольный ангидридъ требуется около 5,260 кгр. *углерода* или около 6 — 7 кгр. каменнаго угля, между тѣмъ для обжиганія 100 кгр. углекальціевой соли въ видѣ известняка въ самой совершенной изъ обжигательныхъ печей (циркулярной Гофмана) для той же цѣли требуется 11—11,5 кгр. каменнаго угля, а въ печахъ съ періодическимъ дѣйствіемъ отъ 33 до 44 кгр.

Жженая известь, приготовленная изъ вполнѣ чистаго известняка, имѣетъ бѣлый цвѣтъ, но такъ-какъ обжигаемые известняки обыкновенно содержатъ большее или меньшее количество постороннихъ примѣсей, то жженая известь, встрѣчающаяся въ продажѣ, имѣетъ видъ болѣе или менѣе плотныхъ кусковъ сѣровато-желтаго цвѣта отъ присутствія желѣза. Хорошо обожженная известь не должна содержать болѣе 2% углекальціевой соли.

Вотъ, для примѣра, химическій составъ Браиловской (Подольской губ.) и Путивльской (Курск. губ.) продажной извести:

	Браиловская известь (Райкевичъ, 1890).	Путивльская известь, употребл. на Николаевск. сахарн. заводѣ.
Гидратн. вода	10,31	1,62
Кремневый ангидридъ (SiO_2)	1,53	1,32
Окись желѣза и окись алюминія (Fe_2O_3,Al_2O_3)	1,96	1,45
Углекальціевая соль ($CaCO_3$)	1,64	1,60(CO_2)
Окись кальція (CaO)	83,51	93,03
Окись магнія (MgO)	0,94	0,20
Марганецъ (Mn_2O_3) и слѣды щелочей	0,11	0,18
	100,00	99,40

При лежаніи на воздухѣ жженая известь поглощаетъ изъ воздуха воду и угольный ангидридъ; въ виду этого, жженую известь слѣдуетъ сохранять по возможности безъ доступа воздуха. При погруже-

ніи жженой извести на нѣсколько мгновеній въ воду или при обливаніи такимъ количествомъ воды, какое она можетъ впитать, известь, спустя короткое время, сильно нагрѣвается, растрескивается, превращаясь въ порошокъ и увеличиваясь въ объемѣ (въ $2^1/_2$—3 раза); это явленіе извѣстно подъ названіемъ *гашенія извести*, а получающійся при этомъ продуктъ *гашеной извести*.

Окись кальція (CaO). Частичный видъ 56; въ 100 ч.: Ca = 71,43, O = 28,75. Теплота образованія (Ca,O) = 131,0 K. Въ чистомъ состояніи бѣлаго цвѣта, даже при очень высокой температурѣ не плавится. Разложеніемъ азотно-кальціевой соли при высокой температурѣ получается въ видѣ правильныхъ кубовъ (Brügelmann, 1877, 1896). Удѣл. в. 3,1. При дѣйствіи воды или водянаго пара превращается въ гидратъ окиси кальція. Во вполнѣ чистомъ видѣ окись кальція не поглощаетъ угольнаго ангидрида изъ вполнѣ сухаго воздуха при обыкновенной температурѣ; при болѣе высокихъ температурахъ поглощеніе происходитъ.

Гидратъ окиси кальція (CaH_2O_2). Частичный вѣсъ = 74. Въ 100 ч: CaO = 75,67; H_2O = 24,33. Теплота образованія (Ca,2O,2H)=214,9 K. Бѣлый аморфный порошокъ удѣл. в. 2,078; изъ водныхъ растворовъ надъ сѣрной кислотой кристаллизуется въ правильныхъ шести-сторонніхъ призмахъ или табличкахъ (Gay-Lussac). Теряетъ воду только при температурѣ краснаго каленія. Мало растворяется въ водѣ, при чемъ растворимость уменьшается съ температурой:

100 ч. раствора содержатъ (A. Lamy, 1878).

при	частей CaO.	при	частей CaO.
0°	1,362	45°	0,996
10	1,311	60	0,844
15	1,277	100	0,592
30	1,142		

Въ присутствіи другихъ солей (хлористаго натрія, хлористаго аммонія, азотно-натріевой соли и т. д.) увеличивается растворимость гидрата окиси кальція въ водѣ. При взбалтываніи съ водой, гидратъ окиси кальція образуетъ молочнаго вида жидкость (*известковое молоко*), удѣльный вѣсъ которой возрастаетъ съ увеличеніемъ содержанія въ ней извести.

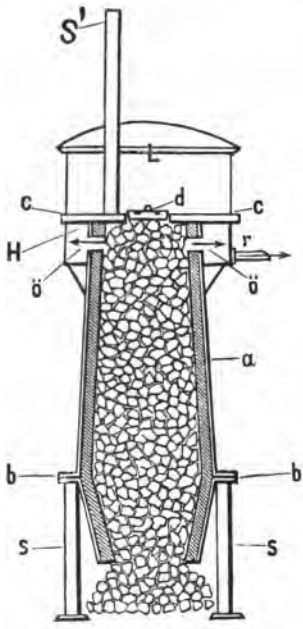
Градусы Боме при 15°.	Вѣсъ 1 литра въ граммахъ.	CaO въ 1 литрѣ въ граммахъ.	CaO въ %	Градусы Боме при 15°.	Вѣсъ 1 литра въ граммахъ.	CaO въ 1 литрѣ въ граммахъ.	CaO въ %
1	1007	7,5	0,745	16	1125	159	14,13
2	1014	16,5	1,64	17	1134	170	15,00
3	1022	26,0	2,54	18	1142	181	15,05
4	1029	36	3,50	19	1152	193	16,75
5	1037	46	4,43	20	1162	206	17,72
6	1045	56	5,36	21	1171	218	18,62
7	1052	65	6,18	22	1180	229	19,40
8	1060	75	7,08	23	1190	242	20,34
9	1067	84	7,87	24	1200	255	21,25
10	1075	94	8,79	25	1210	268	22,15
11	1083	104	9,60	26	1220	281	23,03
12	1091	115	10,54	27	1231	295	23,96
13	1100	126	11,45	28	1241	309	24,90
14	1108	137	12,35	29	1252	324	25,87
15	1116	148	13,26	30	1263	339	26,84

Вполнѣ сухой гидратъ окиси кальція не поглощаетъ угольнаго ангидрида изъ вполнѣ сухаго воздуха; въ присутствіи воды поглощеніе идетъ энергично.

Угольный ангидридъ.

Въ нѣкоторыхъ производствахъ (содовое, свеклосахарное) обжиганіе известняковъ производятъ не только для полученія извести, но и одновременно для полученія **угольнаго ангидрида**. Въ этомъ случаѣ стараются производить обжиганіе такимъ образомъ, чтобы газы, уходящіе изъ печи, содержали возможно большее количество угольнаго ангидрида. Для достиженія указанной цѣли употребляютъ известняки по возможности чистые и обжигаютъ ихъ въ печахъ, потребляющихъ самое меньшее количество топлива для разложенія одной вѣсовой единицы известняка, такъ-какъ съ уменьшеніемъ расхода топлива уменьшается также разбавленіе азотомъ воздуха газовъ, уходящихъ изъ печи. Въ виду этого, для обжиганія известняковъ съ одновременнымъ полученіемъ угольнаго ангидрида всего болѣе пригодны циркулярныя печи, этажная печь Dietzsch'a (стр. 1063), печи съ газовыми топками (стр. 1064) и непрерывно-дѣйствующія печи съ короткимъ пламенемъ надлежащаго устройства. Благодаря простотѣ устройства, печи послѣдняго рода всего чаще примѣняются для полученія угольнаго ангидрида и извести въ содовомъ, а также въ сахарномъ производствахъ. Печь подобнаго рода, часто употребляемая, представлена на фиг. 363. Она имѣетъ высоту 10 м. и состоитъ изъ желѣзнаго кожуха *a*, образованнаго изъ двухъ конусовъ и выложеннаго извнутри шамоттовымъ кирпичомъ. Кожухъ установленъ на чугунныхъ колоннахъ *s*. Верхнее отверстіе печи покрыто чугунной плитой *c*, снаб-

женной отверстіемъ d для нагрузки печи известнякомъ и топливомъ (коксомъ); чугунная плита раздѣляетъ на двѣ части колпакъ (фонарь), насаженный на верхній конецъ печи (L). Нижняя часть фонаря образуетъ кольцеобразный каналъ H, въ который изъ шахты черезъ отверстія $\ddot{o}$ поступаютъ газы, отсасываемые черезъ трубку r; верхняя часть фонаря служитъ для помѣщенія нѣкотораго запаса известняка и топлива. Избытокъ газовъ, не отсасываемыхъ насосомъ, уходитъ черезъ трубу S'. Размѣръ печи долженъ быть такъ разсчитанъ, чтобы доставлять количество угольнаго ангидрида больше требуемаго и отсасываемаго, дабы воспрепятствовать всасыванію въ печь излишка воздуха и разбавленію имъ газовъ. Описанная печь даетъ отъ 11 до 13 тысячъ кгр. извести въ 24 ч. при расходѣ не болѣе 22 кгр. кокса на кажд. 100 кгр. извести. Газъ, доставляемый печью, содержитъ въ среднемъ 33% угольнаго ангидрида.



Фиг. 363.

Въ мѣстахъ, въ которыхъ топливомъ служатъ дрова (напр. у насъ въ Россіи), для обжиганія известняковъ съ цѣлью одновременнаго полученія извести и угольнаго ангидрида (на сахарн. заводахъ) употребляютъ шахтовыя печи конусообразной формы съ длиннымъ пламенемъ. Газъ, доставляемый подобными печами, содержитъ отъ 21 до 27% угольнаго ангидрида; для полученія 100 ч. извести требуется около 50 вѣсов. ч. дубовыхъ дровъ.

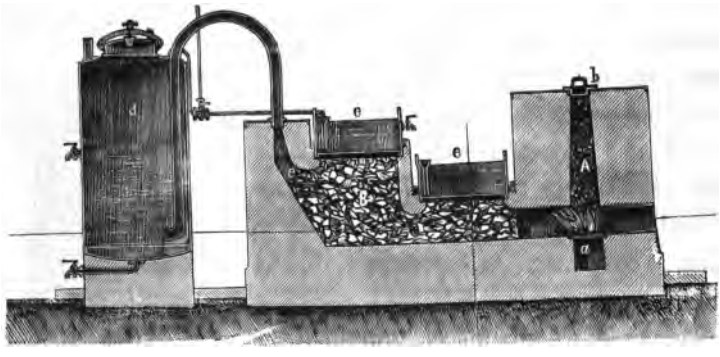
Газъ изъ печи проходитъ прежде всего черезъ родъ скреббера (стр. 311), наполненнаго кусками известняка, гдѣ онъ, протекающей водой, охлаждается и очищается отъ пыли и сѣрнистаго ангидрида и затѣмъ направляется къ воздушному насосу или къ паровому инжектору, которые обусловливаютъ какъ высасываніе газа изъ печи, такъ и нагнетаніе его къ мѣсту потребленія.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ данномъ производствѣ не требуется одновременно угольнаго ангидрида и извести, а только одинъ угольный ангидридъ, для полученія послѣдняго пользуются другими источниками, а именно примѣняютъ:

1) Дымовые газы, уходящіе изъ топокъ и содержащіе обыкновенно не болѣе 13 — 15% угольнаго ангидрида. Газы эти употребляютъ (рѣдко теперь) для сатураціи свекловичнаго сока; ихъ отсасы-

ваютъ изъ бороковъ, охлаждаютъ и очищаютъ въ промывателяхъ и нагнетаютъ въ сатураціонные котлы.

2) Газы, получаемые при сожиганіи топлива богатаго углеродомъ (коксъ, древесный уголь, антрацитъ) и бѣднаго сѣрой въ шахтовыхъ печахъ. Этимъ путемъ получается угольный ангидридъ для фабрикаціи свинцовыхъ бѣлилъ по французскому способу (стр. 695), а также (теперь рѣдко) для сатураціи свекловичнаго сока на свеклосахарныхъ заводахъ. Печь, предназначенная для послѣдней цѣли (*Киндлера*), представлена на фиг. 364. *A* — шахта, наполненная коксомъ и закрытая



Фиг. 364.

сверху; *a*—колосники, на которыхъ происходитъ горѣніе кокса; *B*—камера, наполненная кусками известняка, въ которой происходитъ осажденіе пыли, связываніе сѣрнистаго ангидрида и охлажденіе газовъ; этому послѣднему содѣйствуютъ сосуды *ee*, по которымъ протекаетъ вода; *d* — промыватель, *r* — трубка, служащая для отсасыванія газовъ изъ печи и одновременно для регулированія притока воздуха въ печь.

3) Газы, выдѣляющіеся при спиртовомъ броженіи сахаристыхъ растворовъ (виноградное и пивное сусло, заторы винокурен. заводовъ). Газы эти состоятъ почти исключительно изъ угольнаго ангидрида, но они даже послѣ тщательнаго промыванія сохраняютъ особенный запахъ. Въ виду этого, угольный ангидридъ названнаго происхожденія непригоденъ для приготовленія искусственныхъ минеральныхъ водъ, но изрѣдка употребляется для приготовленія свинцовыхъ бѣлилъ, а также предложенъ для полученія соды по амміачному способу, двууглекислыхъ щелочей и для другихъ техническихъ цѣлей.

4) Газы, выдѣляющіеся въ изобиліи въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ (напр. Burgbrohl in der Eifel) изъ водъ углекислыхъ источниковъ и буровыхъ скважинъ и состоящіе почти исключительно изъ угольнаго

ангидрида. Для добыванія этихъ газовъ, надъ мѣстомъ истеченія воды, устраиваютъ бассейнъ, въ который собирается и изъ котораго непрерывно вытекаетъ вода. Въ бассейнъ погружаютъ колоколъ, имѣющій устройство, сходное съ устройствомъ колокола газгольдера (стр. 319). Выдѣляющіеся изъ воды газы собираются подъ колоколъ и отводятся къ мѣсту назначенія. „Естественнымъ" угольнымъ ангидридомъ техника пользуется въ настоящее время въ широкихъ размѣрахъ какъ для различныхъ химическихъ производствъ (полученіе свинцовыхъ бѣлилъ), такъ и для полученія чистаго жидкаго угольнаго ангидрида, фабрикація котораго получила довольно широкое развитіе.

Въ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ естественнаго угольнаго ангидрида, вполнѣ чистый угольный ангидридъ для фабрикаціи минеральныхъ водъ и другихъ техническихъ цѣлей получаютъ:

1) Разложеніемъ углекислыхъ солей (мрамора, магнезита) кислотами (сѣрной, соляной), о чемъ было уже сказано выше (стр. 36).

2) Прокаливаніемъ по возможности чистой углекальціевой соли, помѣщенной въ горизонтальной ретортѣ, въ струѣ перегрѣтаго водянаго пара, при чемъ названная соль отдаетъ угольный ангидридъ уже при температурѣ краснаго каленія.

3) Прокаливаніемъ въ закрытыхъ ретортахъ магнезита или доломита, отдающихъ угольный ангидридъ легче углекальціевой соли.

4) Нагрѣваніемъ двууглекислыхъ щелочей, полученныхъ при дѣйствіи не вполнѣ чистаго угольнаго ангидрида на углекислыя щелочи—сухія (стр. 511) или растворенныя въ водѣ.

Изъ способовъ этой категоріи самое важное техническое значеніе имѣетъ способъ *Озуфа* (Ozouff, 1864), примѣняемый въ различныхъ видоизмѣненіяхъ. Сущность способа Озуфа состоитъ въ слѣдующемъ: угольный ангидридъ, полученный въ печи Киндлера (или другимъ какимъ нибудь путемъ), послѣ очищенія отъ пыли и сѣрнистаго ангидрида промываніемъ, направляютъ въ систему сосудовъ, наполненныхъ воднымъ растворомъ угленатріевой или углекаліевой соли и снабженныхъ мѣшалками для перемѣшиванія жидкости съ цѣлью облегчить поглощеніе угольнаго ангидрида. Жидкость, послѣ насыщенія угольнымъ ангидридомъ, спускаютъ въ сборникъ, а непоглощенные газы (N,O,CO и т. д) выпускаютъ въ воздухъ. Изъ сборника растворъ двууглекислой соли накачиваютъ помощью насоса въ цилиндръ, гдѣ его нагрѣваютъ до 100° и выдѣляющійся при этомъ угольный ангидридъ (стр. 512) отводятъ черезъ холодильникъ въ газгольдеръ, сгустившуюся же въ холодильникѣ воду въ сосуды для поглощенія, чтобы сообщить регенерированному раствору соды или поташа прежнюю крѣпость.

Въ большей части случаевъ угольный ангидридъ производятъ на самомъ мѣстѣ его потребленія и немедленно послѣ образованія употребляютъ въ дѣло. Съ 1879 г. (Kunheim и К° въ Берлинѣ) стали приготовлять **жидкій угольный ангидридъ** на заводахъ и доставлять его къ мѣсту потребленія, подобно другимъ кислотамъ и химическимъ препаратамъ. Для полученія въ жидкомъ видѣ возможно чистый угольный ангидридъ давленіемъ и охлажденіемъ сжижаютъ и помѣщаютъ въ бутылки (цилиндры) изъ кованнаго желѣза (длина 1 м., діаметръ 10 см.; выдерж. давленіе 250 атм.), снабженныя въ верхней части вентилемъ, служащимъ для выпусканія угольнаго ангидрида при его употребленіи. Такъ-какъ коэффиціентъ расширенія угольнаго ангидрида великъ, то въ бутылки должно быть помѣщено только такое количество его, чтобы бутылка не была вполнѣ наполнена при температурѣ 15—20°. Для достиженія этой цѣли на каждый кгр. угольнаго ангидрида требуется 1,34 литр. емкости бутылки. Жидкій угольный ангидридъ примѣняютъ: для фабрикаціи искусственныхъ минеральныхъ водъ и пипучихъ напитковъ, для перекачиванія и разливанія пива (съ цѣлью сохранить въ немъ угольный ангидридъ), для производства искусственнаго льда и охлажденія (какъ для промышленныхъ цѣлей, такъ и въ лабораторіяхъ), для тушенія пожаровъ (безъ или въ смѣси съ водой), какъ движущую силу (рѣдко) и т. д.

Угольный ангидридъ (CO_2). Частич. вѣсъ 44 (точнѣе 43,89). Въ 100 ч.: C = 27,27; O=72,73. Теплота образованія (C,2O=94,3 K; CO,O=68 K.). Вѣсъ литра при 0° и 760 мм. подъ широтой 45° на уровнѣ моря = 1,96519; уд. в. 1,51980 (вычисл.); удѣл. теплота подъ постоян. давленіемъ, отнесенная къ равному вѣсу воды, между 11—214°=0,21692 (Regnault, 1862); коэффиціентъ расширенія при постоян. давленіи 760°=0,0037099 (Regnault). Подъ вліяніемъ охлажденія и давленія превращается въ жидкость и твердое тѣло. Удѣльн. вѣсъ жидкой при 0°/4° 0,9471 (Andreeff, 1859); точка кипѣнія подъ давленіемъ 760 мм — 80° (Pictet, 1878). Теплота испаренія при 0° 57,48 ед. тепла (Cailletet, 1886). Упругость пара— при—25° = 17,12; - 10° = 26,76; 0° = 35,40; 10° = 46,05; 20° = 58,84; 30° = 73,84; 40° = 91,03; 45° = 100,41 атм. (Regnault, 1862). Критическая температура 30,92°; критич. давленія 77,0 атм. (Andrews, 1887). Удѣльн. вѣсъ твердой 1,2 (Landolt, 1884), точка плавленія— 56,5 — 57,5° (Faraday, 1845). Угольный ангидридъ растворяется въ водѣ и спиртѣ. При температурѣ 15° 1 объемъ воды поглощаетъ около 1 объема угольнаго ангидрида при 0° и 760 мм. (Сѣченовъ, 1892), а 1 объемъ спирта поглощаетъ при той же температурѣ 3,1993 объема угольнаго ангидрида при 0 и 760 мм. (Carius, 1855).

ГИПСЪ.

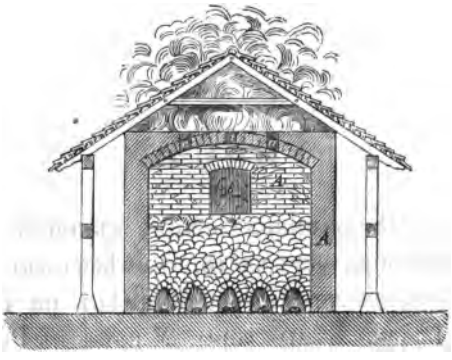
Гипсъ ($CaSO_4+2H_2O$) принадлежитъ къ числу очень распространенныхъ минераловъ и образуетъ часто, въ смѣси съ ангидритомъ ($CaSO_4$), огромныя залежи, иногда-же, какъ напримѣръ на Гарцѣ (около Остероде и Нордгаузена), даже цѣлыя горы. У насъ въ Россіи залежи гипса встрѣчаются во многихъ мѣстахъ, такъ напр. на западномъ склонѣ Урала; по Волгѣ у Казани, выше Самары; на Сѣверной Двинѣ; въ Бахмутскомъ уѣздѣ Екатеринославской губ.; въ Подольской губ. (Камен.-Подольск. уѣзда, с. Череноковиницы и друг. мѣстахъ по р. Збручу) и друг. Гипсъ встрѣчается или въ видѣ кристалловъ, или бываетъ сплошной въ зернистыхъ до плотныхъ аггрегатахъ пластинчатаго, шестоватаго, волокнистаго (волокнистый гипсъ), чешуйчатаго (пѣнистый гипсъ) и землистаго сложенія. Онъ безцвѣтенъ или окрашенъ въ различные оттѣнки краснаго, желтаго, сѣраго, бураго до чернаго цвѣта. Безцвѣтный мелкозернистый просвѣчивающій гипсъ извѣстенъ подъ названіемъ *алебастра*.

Гипсъ употребляется для удобренія полей (въ молотомъ видѣ), для изготовленія вазъ и другихъ скульптурныхъ и шлифованныхъ издѣлій (алебастръ и волокнистый гипсъ), но главнымъ образомъ—*послѣ обжиганія*, для отливки бюстовъ, медалей, плитъ для сушки различныхъ влажныхъ тѣлъ, для формъ и т. д., для замазки (при соединеніи напр. металлическихъ оправъ съ стекляннымъ резервуаромъ лампъ), для фальсификаціи многихъ минеральныхъ красокъ и въ очень значительныхъ количествахъ для покрытія стѣнъ и потолковъ штукатуркой и для лѣпныхъ украшеній. Всѣ эти примѣненія жженаго гипса основаны на способности его при смѣшеніи съ водою быстро твердѣть на воздухѣ, присоединяя къ себѣ воду и увеличиваясь при этомъ въ объемѣ.

Обжиганіе гипса производятъ или въ шахтовыхъ печахъ съ длиннымъ пламенемъ періодическаго дѣйствія, или въ котлахъ, ретортахъ и

камерахъ, нагрѣваемыхъ извнѣ. Шахтовыя печи съ короткимъ пламенемъ вовсе непримѣнимы для обжиганія гипса, такъ-какъ при непосредственномъ соприкосновеніи съ топливомъ гипсъ легко возстановляется въ сѣрнистый кальцій.

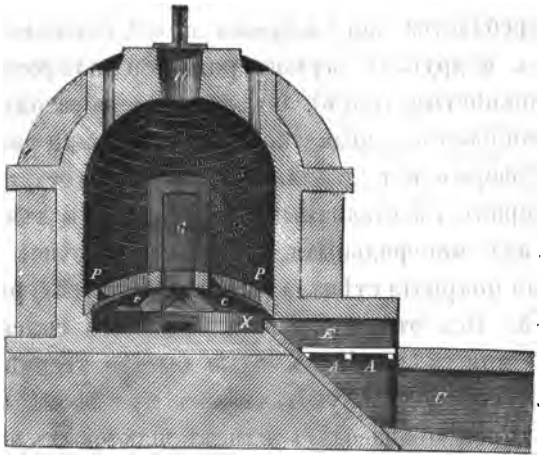
Обжиганіе въ печахъ съ длиннымъ пламенемъ примѣняется для обжиганія большихъ количествъ гипса для строительныхъ цѣлей. Простѣйшая печь этого рода представлена на фиг. 365. На подѣ 4-хъ-



Фиг. 365.

угольной или круглой кирпичной камеры, покрытой сводомъ, выкладываютъ нѣсколько продольныхъ каналовъ изъ крупныхъ гипсовыхъ камней, сверхъ каналовъ закладываютъ (черезъ отверстіе *b*) остальной гипсъ въ болѣе мелкихъ кускахъ и въ каналахъ разводятъ огонь (черезъ отверстія въ стѣнкахъ камеры), сжигая хворостъ и дрова. Обжиганіе длится 12 часовъ; послѣ остыванія печи, ее разгружаютъ и нагружаютъ вновь свѣжимъ гипсомъ.

При употребленіи каменнаго угля для обжиганія гипса можетъ служить печь (Scanegatty), представленная на фиг. 366. Печь раздѣ-



Фиг. 366.

лена на высотѣ 0,3 м. отъ основанія сводомъ *P* на двѣ неравныя части. Верхнее отдѣленіе наполняютъ обжигаемымъ гипсомъ черезъ дверцы *G* и верхнее отверстіе *H*. Нижнее отдѣленіе сообщается съ поставленной сбоку топкой *E*. Воздухъ для горѣнія поступаетъ черезъ *C* и зольникъ подъ рѣшетку *A*, на которомъ сжигаютъ топливо (каменный уголь). Пламя идетъ подъ сводъ и черезъ отверстія въ немъ поступаетъ въ верхнее отдѣленіе печи. Выдѣляющійся водяной паръ вмѣстѣ съ дымогарными газами выходитъ черезъ отверстія въ верхней части свода, покрывающаго печь. Печь вмѣщаетъ около 54 куб. м. гипса за разъ.

Въ печахъ, только-что описанныхъ, обжиганіе гипса не можетъ быть равномѣрно, и кромѣ того трудно предохранить гипсъ отъ загрязненія сажей, золой и отъ возстановительнаго дѣйствія пламенныхъ газовъ. Въ виду этого въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ получить вполнѣ однородный и по возможности чистый продуктъ (для скульпторовъ, для моделированія, для украшеній и т. д.), обжигаютъ гипсъ въ мелкихъ кускахъ въ хлѣбопекарныхъ печахъ, предварительно нагрѣтыхъ до темнокраснаго каленія и очищенныхъ отъ золы, или въ желѣзныхъ открытыхъ сверху котлахъ (вмѣщающихъ за разъ до 800 — 900 кгр. измолотаго гипса), снабженныхъ мѣшалками, или, наконецъ, въ ретортахъ и камерахъ, нагрѣваемыхъ извнѣ и допускающихъ непрерывную работу. Такъ, для обжиганія гипса предложены вращающіяся горизонтальныя реторты, снабженныя мѣшалками, въ которыя измельченный гипсъ поступаетъ съ одного конца и послѣ обжиганія непрерывно выходитъ съ другаго (Minich 1852, S. Walser); камеры или горизонтальные желѣзные цилиндры, въ которые обжигаемый гипсъ вводится по рельсамъ на телѣжкахъ (M. Ehrhardt и H. Barth, Hoffmann, 1883); вертикальныя чугунныя реторты (высота 3,5 м.), помѣщенныя въ пламенной печи на подобіе ретортъ, служащихъ для обугливанія кости (стр. 755, L. Ramdohr, 1875), а также кирпичныя камеры, въ промежуткахъ между которыми циркулируютъ пламенные газы, равномѣрно огрѣвающіе камеры со всѣхъ сторонъ (Hänschke и C°).

Обжиганіе гипса должно быть произведено при возможно низкой температурѣ (около 200°) и возможно быстро, такъ-какъ при болѣе высокой температурѣ или при продолжительномъ нагрѣваніи при низкой температурѣ значительная часть гипса переходитъ въ то видоизмѣненіе безводной соли (сходное съ ангидритомъ), которое медленно присоединяетъ воду и медленно твердѣетъ (*Дотылицынъ*, 1894). Въ виду этого, при обжиганіи гипса обезвоживаніе не доводятъ до конца, и оставляютъ въ гипсѣ отъ 3 до 5% воды. Гипсъ, лишенный всей воды и обезвоженный при высокой температурѣ и медленно твердѣющій при смѣшеніи съ водою, извѣстенъ подъ названіемъ *пережжен-*

наго. Онъ не пригоденъ для отливокъ, но въ смѣси съ пескомъ можетъ служить воздушнымъ цементомъ.

Жженый гипсъ измельчаютъ (если онъ не былъ измельченъ передъ обжиганіемъ), просѣваютъ, если нужно, и укладываютъ въ сухія бочки.

При отливкахъ изъ гипса, готовятъ жидкую кашицу изъ 1 ч. жженаго гипса и 2,0 — 2,5 ч. воды [1]), которая отвердѣваетъ черезъ 1—2 минуты и хорошо выполняетъ формы. Для замедленія отвердѣванія, къ гипсу прибавляютъ клей, который кромѣ того сообщаетъ ему большую прочность, извѣстную степень просвѣчиванія и наружный видъ, напоминающій мраморъ. Приготовленный такимъ образомъ гипсъ употребляется главнымъ образомъ для архитектурныхъ украшеній, извѣстныхъ подъ названіемъ *стюка* или *гипсоваго мрамора.* Для приготовленія цвѣтнаго стюка къ гипсу примѣшиваютъ краски, такъ напр. колькотаръ, сажу, индиго и т. п.

Чтобы сообщить гипсу и гипсовымъ издѣліямъ бо́льшую *твердость* гипсъ обрабатываютъ растворомъ солей, всего чаще квасцовъ или буры. Въ первомъ случаѣ (*французскій стюкъ*, plâtre aluné) гипсъ немедленно послѣ обжиганія смачиваютъ растворомъ квасцовъ (1 ч. квасцовъ на 12 ч. воды), смѣсь высушиваютъ, обжигаютъ, измельчаютъ и полученный порошокъ при отливкѣ разводятъ воднымъ растворомъ квасцовъ, указанной крѣпости, вмѣсто воды. Во второмъ случаѣ (*парiонскій цементъ*) обожженный гипсъ пропитываютъ растворомъ 1 ч. буры въ 9 ч. воды, или 1 ч. буры, 1 ч. виннаго камня и 18 ч. воды, прокаливаютъ, измельчаютъ и передъ отливкой вновь разводятъ соотвѣтственнымъ количествомъ воды.

Чтобы придать гипсовымъ издѣліямъ, а именно бюстамъ, статуэткамъ и т. д, нѣкоторую прозрачность и болѣе теплый желтоватый тонъ, ихъ нерѣдко пропитываютъ стеариномъ или парафиномъ, расплавленными или растворенными въ нефтяномъ эѳирѣ; этимъ путемъ гипсъ одновременно теряетъ свою порозность, труднѣе становится грязнымъ и при треніи принимаетъ хорошую политуру.

Чтобы дать возможность мыть гипсовыя издѣлія водой, ихъ покрываютъ баритовой водой или растворомъ кремневой кислоты, полученной путемъ діализа (Dennstedt, 1891), при чемъ на поверхности издѣлія образуется слой изъ нерастворимой сѣрнобаріевой соли или изъ створожившагося кремнезема.

Сѣрнокальціевая соль. Безводная (ангидритъ, $CaSO_4$). Частич. вѣсъ=136. Въ 100 ч. CaO=41,18, SO_3=58,82. Водная (гипсъ, $CaSO_4+2H_2O$). Частичный вѣсъ=172. Въ 100 ч.

[1]) Обожженный гипсъ присоединяетъ къ себѣ не болѣе 20% H_2O, тѣмъ не менѣе онъ отвердѣваетъ еще при смѣшеніи его и съ 2,5 ч. воды, такъ-какъ избытокъ воды удерживается механически образующимися кристаллами.

CaO=32,56, SO_3=46,51, H_2O=20,93. Теплота образ. (Ca,S,4O)=318,4 K; ($CaSO_4$,$2H_2O$)=4,7 K. Ангидритъ кристаллизуется въ ромбической системѣ, гипсъ въ моноклинической; удѣльн. вѣсъ перваго (въ порошкѣ) 2,927—3,102; удѣльн. вѣсъ втораго 2,33. Гипсъ мало растворяется въ водѣ, при чемъ растворимость его всего больше между 32°—41°. 1 часть гипса ($CaSO_4+2H_2O$) растворяется (Marignac, 1874):

при 0°	въ 415	ч.	воды.	при 41°	въ 370	ч.	воды.
18 „	386 „	„		53 „	375 „	„	
24 „	378 „	„		72 „	491 „	„	
32 „	371 „	„		86 „	417 „	„	
38 „	368 „	„		99 „	451 „	„	

По A. Goldammer'y (1888) одна часть сѣрнокальціевой соли ($CaSO_4$) требуетъ для своего растворенія:

При темп. 0°	561,5	ч. воды.
15	497,5	„ „
30	475	„ „
60	484	„ „
100	556	„ „

Легче чѣмъ въ водѣ гипсъ растворяется въ растворахъ нашатыря, очень легко въ крѣпкихъ растворахъ сѣрноватисто-натріевой соли, легко въ разведенной соляной и азотной кислотахъ. Въ крѣпкомъ спиртѣ гипсъ не растворяется; въ виду этого вода, содержащая много сѣрнокальціевой соли, не должна быть употребляема для разведенія спирта, такъ-какъ при прибавленіи такой воды къ спирту образуется муть.

При нагрѣваніи въ струѣ несушеннаго воздуха между 68—98° гипсъ теряетъ 15,6% воды и превращается въ полуводную соль ($2CaSO_4+H_2O$). Эта полуводная соль не притягиваетъ влаги изъ воздуха, она растворяется въ водѣ легче двуводной, при чемъ постепенно переходитъ въ двуводную, которая выкристаллизовывается изъ раствора; нагрѣваніе ускоряетъ это превращеніе. При нагрѣваніи двуводной или полуводной соли при температурѣ 130°—400° она переходитъ въ два изомерныя видоизмѣненія безводной соли, изъ которыхъ одно (α) имѣетъ меньшій удѣльн. вѣсъ и присоединяетъ воду (переходя въ полу- и затѣмъ въ двуводную соль) легче, чѣмъ другое (β). Этого втораго видоизмѣненія образуется тѣмъ больше, чѣмъ температура, при которой произведено обезвоживаніе, была выше и чѣмъ медленнѣе было произведено самое обезвоживаніе (пережженный гипсъ). Такъ напр. при обезвоживаніи гипса при температурѣ 300° образуется главнымъ образомъ безводная соль β. Тоже самое можетъ произойти, если обезвоживаніе было произведено при температурѣ 100 и 200°, но оно было продолжительно. Безводная соль, растворяясь въ водѣ, переходитъ въ полуводную соль и тѣмъ быстрѣе, чѣмъ болѣе въ ней содержалось видоизмѣненія α. Если въ водѣ растворить безводный гипсъ и полученный растворъ нагрѣвать на водяной банѣ, то спустя нѣкоторое время (нѣсколько минутъ) онъ сначала мутится, а затѣмъ жидкость быстро наполняется мельчайшими кристалликами, которые, перепутываясь между собою, образуютъ объемистый осадокъ; происходитъ какъ-будто свертываніе. Причина этого явленія та, что при нагрѣваніи полуводная соль превращается въ менѣе растворимую двуводную, которая и выкристаллизовывается. На основаніи этихъ данныхъ причина и механизмъ затвердѣванія жженаго гипса будетъ состоять въ слѣдующемъ:

„1) При смѣшеніи безводнаго гипса съ водой, взятой для гашенія, α-видоизмѣненіе его сначала превращается въ полуводный гидратъ, часть котораго сейчасъ же растворяется, быстро образуя—благодаря избытку соли—насыщенный растворъ, при чемъ выдѣляется небольшое количество тепла, а β-видоизмѣненіе остается безводнымъ.

„2) Затѣмъ къ растворенному (и частью къ твердому) полуводному гидрату постепенно присоединяется вода, онъ переходитъ въ двуводный, происходитъ еще выдѣленіе тепла, и температура массы возвышается; образованіе двуводнаго гидрата на счетъ растворенной соли вслѣдствіе высокой крѣпости раствора и возвышенія его температуры происходитъ быстро, и онъ при этомъ—какъ трудно растворимый —быстро же выдѣляется въ видѣ мелкихъ перепутанныхъ кристалловъ, какъ изъ крѣпкаго раствора полуводнаго гидрата при нагрѣваніи. (Это первый періодъ гашенія). Далѣе на мѣсто выпавшаго воднаго гипса въ обѣднѣвшій солью растворъ поступаетъ новое количество полуводнаго гидрата, не успѣвшаго еще присоединить воду въ первый періодъ гашенія и образующагося на счетъ β-видоизмѣненія сѣрнокальціевой соли, вслѣдствіе чего, спустя нѣкоторый промежутокъ времени, снова отложится нѣкоторое количество кристалловъ двуводнаго гипса и т. д. Процессъ затвердѣванія будетъ длиться до тѣхъ поръ, пока присутствуютъ вода и β-видоизмѣненіе безводнаго гипса.

„Кристаллы двуводнаго гипса, быстро осаждающіеся въ первый періодъ гашенія, будутъ отлагаться вокругъ и между крупинокъ полуводнаго гидрата и β-видоизмѣненія безводнаго гипса, облекая ихъ и заполняя между ними промежутки, вслѣдствіе чего между ними образуется связь, произойдетъ такъ называемое *схватываніе* гипса; это—начальная и главная ступень затвердѣванія. Разсѣянныя въ массѣ затвердѣвающаго гипса твердыя крупинки полуводнаго гидрата и β-видоизмѣненія съ высокимъ удѣльнымъ вѣсомъ и малымъ удѣльнымъ объемомъ, превращаясь постепенно въ двуводный гидратъ, обладающій относительно малымъ удѣльнымъ вѣсомъ, будутъ увеличиваться въ объемѣ, вслѣдствіе чего промежутки, занятые первоначально растворомъ, еще болѣе уменьшатся, должно произойти давленіе образующихся кристалловъ другъ на друга внутри застывшей массы, отчего отвердѣніе ея еще больше увеличится.

„Продолжительность процесса затвердѣванія обожженнаго гипса будетъ зависѣть при одинаковомъ количествѣ воды, взятой для гашенія, и прочихъ равныхъ условіяхъ отъ количества заключающагося въ немъ β-видоизмѣненія и его состоянія — кристаллическаго или аморфнаго.

„Для приготовленія тѣста, съ которымъ было-бы легко работать, къ жженому гипсу приходится прибавлять гораздо большее количество воды противъ того, какое требуется для образованія полнаго гидрата. Практика показываетъ, что при малыхъ количествахъ воды получается тѣсто слишкомъ быстро затвердѣвающее, съ которымъ неудобно обращаться, при употребленіи-же слишкомъ большаго количества воды при затвердѣваніи тѣста образуется слишкомъ рыхлая масса.

„На основаніи выше-сказаннаго наибольшая степень затвердѣванія должна получаться тогда, когда израсходованіе воды, находящейся въ тѣстѣ, на испареніе и присоединеніе къ безводному гипсу, будетъ приблизительно совпадать съ окончаніемъ процесса превращенія обоихъ видоизмѣненій и полуводнаго гидрата гипса въ двуводный.

„Если жженый гипсъ будетъ состоять только изъ полуводнаго гидрата, то процессъ растворенія, превращеніе его въ двуводный и выдѣленіе изъ раствора произойдетъ слишкомъ быстро и можетъ закончиться раньше, чѣмъ тѣсто успѣетъ потерять избытокъ воды испареніемъ; получится масса рыхлая. То-же самое произойдетъ, если жженый гипсъ будетъ содержать слишкомъ много β-видоизмѣненія; α-видоизмѣненіе успѣетъ превратиться въ полуводный и далѣе въ двуводный гидратъ, и вода высохнетъ прежде, чѣмъ β-соль присоединитъ воду. Но такой гипсъ, содержащій много β-видоизмѣненія способенъ затвердѣвать при повторномъ смачиваніи или при болѣе продолжительномъ соприкосновеніи съ водой, чѣмъ обыкновенный; такъ-какъ разница въ удѣльномъ вѣсѣ и удѣльномъ объемѣ β-видоизмѣненія и образующагося изъ него двуводнаго гидрата еще больше, чѣмъ у гипса, вы-

сушеннаго непродолжительнымъ нагрѣваніемъ при 160—200°, то при этомъ можетъ получиться масса еще тверже, чѣмъ въ послѣднемъ случаѣ.

„Наиболѣе пригоднымъ для практическихъ цѣлей (т. е. хорошо затвердѣвающій при гашеніи въ теченіе небольшаго, но и не черезъ-чуръ короткаго промежутка времени) будетъ гипсъ, представляющій смѣсь α и β-видоизмѣненій въ извѣстномъ количественномъ отношеніи, другими словами гипсъ, получающійся непродолжительнымъ обжиганіемъ при нѣкоторой температурѣ, находящейся между 100° и 200 — 250°, какъ это давно и признано практикой“ (*Потылицынъ*, 1894).

ЦЕМЕНТЫ.

Цементами или *растворами* называются въ техникѣ смѣси, которыя служатъ для связи между собою кирпичей и камней при возведеніи построекъ, а также для увеличенія непроницаемости и для отдѣлки кирпичныхъ сооруженій[1]).

Отличаютъ два вида цементовъ — *воздушные* или *негидравлическіе*, которые твердѣютъ на воздухѣ и примѣняются для сооруженій надземныхъ построекъ, и *гидравлическіе*, которые твердѣютъ какъ на воздухѣ, такъ и подъ водой, и которые употребляются при сооруженіи подводныхъ, а также въ нѣкоторыхъ случаяхъ при сооруженіи надземныхъ построекъ.

Негидравлическій цементъ есть смѣсь гашеной извести, песка и воды, которая на воздухѣ твердѣетъ вслѣдствіе постепеннаго превращенія гидрата окиси кальція въ углекальціевую соль. Такимъ образомъ дѣйствующею составною частью воздушнаго цемента является гашеная известь, которая и одна могла-бы служить цементомъ; но такъ-какъ известковое тѣсто (смѣсь гашеной известью съ водою) при высыханіи и твердѣніи сильно уменьшается въ объемѣ и даетъ трещины, то известковое тѣсто и смѣшиваютъ съ пескомъ, чтобы уменьшить осадку и чтобы кромѣ того облегчить доступъ воздуха къ извести.

Для полученія растворовъ служитъ жженая, по возможности чистая (жирная) известь, которую гасятъ (*затворяютъ*) въ деревянныхъ плоскихъ ящикахъ (*творилахъ*), обливая опредѣленнымъ количествомъ (3—

---

[1]) Первоначально подъ словомъ „*цементъ*“ подразумѣвали только такія тѣла, которыя, прибавленныя къ известковымъ растворамъ (смѣси гашен. извести, песка и воды), дѣлали ихъ способными твердѣть въ водѣ (пуццоланъ, трасъ и друг.). Затѣмъ этимъ названіемъ стали обозначать и всѣ другіе растворы, способные твердѣть въ водѣ, а въ новѣйшее время превратили слова „цементъ“ въ родовое названіе для всѣхъ смѣсей, служащихъ для связи между собою камней, включая сюда даже и гипсъ.

4 части) воды, и, когда произойдетъ нагрѣваніе и распаденіе жженой извести, перемѣшиваютъ до образованія однороднаго достаточно вязкаго и жирнаго тѣста. Чѣмъ сильнѣе было нагрѣваніе, тѣмъ быстрѣе оканчивается процессъ гашенія и однороднѣе получается продуктъ. Въ виду этого, при затвореніи извести нужно избѣгать охлажденія и полезно даже употреблять для этой операціи нагрѣтую воду [1]). При надлежащемъ гашеніи 1 куб. метръ жирной извести даетъ 2,5—3,0 куб. м., а 1 куб. метръ тощей извести 1,5—2 куб. м. известковаго тѣста. Послѣ затворенія очень полезно оставить известковое тѣсто лежать возможно продолжительное время въ ямѣ съ проницаемымъ дномъ, чѣмъ значительно улучшается его качество: во время лежанія оканчивается процессъ гашенія извести, и большая часть растворимыхъ въ водѣ щелочей и щелочныхъ солей (обусловливающихъ образованіе налетовъ на кирпичныхъ стѣнкахъ) просачиваются въ почву. Чтобы во время лежанія въ ямѣ предохранить известковое тѣсто отъ дѣйствія угольнаго ангидрида воздуха, его покрываютъ слоемъ песку въ нѣсколько сантиметровъ. Вода, употребляемая для гашенія извести, не должна содержать солей, легко притягивающихъ влагу изъ воздуха, такъ-какъ соли эти, попавъ въ цементъ, могутъ вызывать сырость въ стѣнахъ строеній.

Песокъ, употребляемый для приготовленія цемента, не долженъ содержать примѣси глины и органическихъ гуминовыхъ тѣлъ. Всего болѣе пригоденъ кварцовый песокъ различной крупности, смотря по назначенію цемента; для массивныхъ построекъ употребляютъ крупнозернистый песокъ, для обыкновенныхъ построекъ песокъ средней крупности, а для штукатурки мелкій песокъ.

Относительныя количества, въ которыхъ смѣшиваютъ известь съ пескомъ для образованія раствора, зависятъ какъ отъ качества извести (чѣмъ жирнѣе известь, тѣмъ болѣе къ ней можетъ быть примѣшано песку), такъ и отъ величины зеренъ песку. При приготовленіи растворовъ принято за правило употреблять такое количество известковаго тѣста, какое какъ разъ достаточно для заполненія всѣхъ промежутковъ между отдѣльными зернами песку, или другими словами, чтобы объемъ приготовленнаго раствора равенъ былъ объему употребленнаго песку. Если известковаго тѣста взято болѣе указаннаго количества, тогда растворъ при твердѣніи легко даетъ трещины; если его употреблено менѣе, то не произойдетъ достаточно прочной связи

[1]) Не цѣлесообразно поэтому смѣшать сначала песокъ съ жженой известью и затѣмъ къ смѣси прибавить воды, такъ-какъ прибавленный песокъ, увеличивая вѣсъ смѣси, уменьшитъ степень нагрѣванія ея теплотою, выдѣляющеюся при гидратаціи извести, а слѣдовательно уменьшитъ и скорость процесса гашенія.

между зернами песку, и цементъ, послѣ отвердѣнія, не будетъ обладать надлежащей прочностью. Въ практикѣ въ среднемъ на 1 куб. м. густаго известковаго тѣста (изъ жирной извести) берутъ 3 — 4 куб. м. песку (6 ч. по вѣсу жженой извести), при тощей извести на 1 куб. м. 1½— 2 куб. м. песку. Такъ-какъ для приготовленія известковаго тѣста на 1 ч. жирной жженой извести берутъ обыкновенно 3 части воды, то для полученія хорошаго цемента на 1 ч. жженой жирной извести требуется 3 ч. воды и 6 частей песку (по вѣсу).

Смѣшеніе известковаго тѣста съ пескомъ производятъ или ручнымъ путемъ, или (при большомъ производствѣ) при помощи спеціальныхъ мѣшалокъ, имѣющихъ устройство сходное съ глиномялками.

При возведеніи построекъ цементъ накладываютъ слоемъ опредѣленной толщины между двумя кирпичами, которые предварительно смачиваютъ водою, чтобы они, вслѣдствіе своей порозности, не отымали быстро часть воды отъ раствора и тѣмъ не воспрепятствовали надлежащему отвердѣнію этого послѣдняго.

Твердѣніе раствора на воздухѣ (какъ это впервые научно доказано Wolters'омъ, 1870), происходитъ въ двѣ стадіи. Сначала цементъ теряетъ часть воды и превращается въ плотную, но мягкую и легко растираемую массу, и затѣмъ только онъ начинаетъ поглощать угольный ангидридъ изъ воздуха и, по мѣрѣ образованія углекальціевой соли, превращается въ твердое и прочное тѣло (отвердѣніе цемента). Этотъ послѣдній процессъ происходитъ весьма медленно и въ стѣнкахъ очень толстыхъ онъ требуетъ для своего окончанія (т. е. для превращенія всего гидрата окиси кальція въ углекальціевую соль) цѣлыя столѣтія. Въ виду этого, нерѣдко бываетъ, что цементъ очень старыхъ сооруженій въ внутреннихъ своихъ частяхъ содержитъ свободный гидратъ окиси кальція. Встрѣчаются впрочемъ отвердѣвшіе цементы, содержащіе угольнаго ангидрида болѣе, чѣмъ его требуется для превращенія всей извести и магнезіи, содержащихся въ цементѣ, въ среднія углекислыя соли, что слѣдуетъ приписать или образованію въ цементѣ двууглекислыхъ солей названныхъ основаній, или же присутствію въ цементѣ углекислыхъ щелочей.

Въ воздушныхъ цементахъ обыкновенно встрѣчается большее или меньшее количество кремнекислыхъ соединеній, разлагаемыхъ кислотами. Соединенія эти не образовались вслѣдствіе дѣйствія кварцоваго песку на гидратъ окиси кальція (Ed. Donath, 1895, вопреки мнѣнію Petzholdt'a, 1839, употребившаго для своихъ опытовъ песокъ не вполнѣ очищенный отъ силикатовъ, разлагаемыхъ кислотами), а попали въ цементъ изъ извести и песку, служившихъ для его полученія, и не играютъ существенной роли при твердѣніи воздушныхъ

цементовъ. Тѣмъ не менѣе присутствіе силикатовъ, разлагаемыхъ кислотами въ пескѣ, служившемъ для образованія растворовъ, можно считать полезнымъ, такъ-какъ они ускоряютъ твердѣніе цемента и увеличиваютъ его прочность (см. гидравлическіе цементы).

Для примѣра приведенъ здѣсь составъ нѣсколькихъ старыхъ цементовъ по анализамъ *Доната* (1895).

	ВОЗРАСТЪ ЦЕМЕНТА.					
	600 л.	620 л.	880 л.	640 л.	610 л.	440 л.
Вода	3,53	4,68	0,96	2,53	0,94	0,90
Песокъ	59,14	56,97	59,95	67,90	64,80	64,97
Глина	3,49	2 51	5,17	5,98	5,13	3,89
Раствор. кремнеземъ	1,24	1,65	1,29	1,93	1,44	2,41
Угольный ангидридъ	12,80	13,59	12,60	8,78	12,30	11,40
Известь (CaO)	15,58	16,15	15,97	10,41	13,40	13,77
Магнезія (MgO)	0,26	0,68	0,27	слѣд.	0,13	0,24
Окись желѣза и алюминія (Fe_2O_3, Al_2O_3)	2,68	2,61	2,64	1,99	2,10	1,95
Щелочи, слѣды SO_3, P_2O_5 и др.	1,28	1,16	1,33	0,48	—	0,47

Гидравлическіе цементы. Если обыкновенный негидравлическій известковый цементъ подвергаютъ дѣйствію воды, то онъ разсыпется, но если къ нему прибавить аморфной кремневой кислоты, то онъ въ водѣ твердѣетъ, вслѣдствіе образованія гидратовъ основныхъ кремнекислыхъ соединеній извести, на которые вода не дѣйствуетъ.

Еще легче получаются цементы подобнаго рода—извѣстные подъ названіемъ **гидравлическихъ**, или прибавленіемъ къ негидравлическимъ цементамъ силикатовъ, легко разлагающихся кислотами, или обжиганіемъ тощихъ известняковъ, или, наконецъ накаливаніемъ до спеканія смѣси известковыхъ и глинистыхъ матеріаловъ. Согласно этому, отличаютъ три вида гидравлическихъ цементовъ:

1) *Естественные цементы или пуццоланы*, которые получаютъ примѣшиваніемъ къ известковому тѣсту естественныхъ или искусственныхъ (напр. домен. шлаки) силикатовъ, разлагаемыхъ кислотами, безъ или съ прибавленіемъ песку.

2) *Романскій цементъ*, получаемый обжиганіемъ естественныхъ известковыхъ мергелей и доломитовъ опредѣленнаго состава при температурѣ достаточно высокой для удаленія изъ нихъ угольнаго ангидрида, но недостаточной для спеканія (начала сплавленія) смѣси. Полученный такимъ образомъ продуктъ содержитъ *свободную известь* (и магнезію) и при смѣшеніи съ водой выдѣляетъ большее или меньшее количество тепла, смотря по содержанію извести. Романскій цементъ,

содержащій много извести (и магнезіи) и распадающійся при гашеніи подобно извести (хотя медленнѣе) въ порошокъ, извѣстенъ подъ названіемъ *гидравлической извести*. Романскій цементъ, не распадающійся при смѣшеніи съ водой въ порошокъ и требующій передъ своимъ употребленіемъ измельченія, носитъ названіе *романскаго цемента* въ тѣсномъ значеніи слова. Романскій цементъ употребляется или какъ таковой (для сооруженій, приходящихъ въ непосредственное соприкосновеніе съ морской водой), или въ смѣси съ пескомъ.

3) *Портландскій цементъ*, получаемый обжиганіемъ искусственныхъ (рѣдко естественныхъ) смѣсей известковыхъ и глинистыхъ матеріаловъ до спеканія (полусплавленія) смѣси. Онъ не содержитъ свободной извести, при смѣшеніи съ водой нагрѣвается относительно слабо и употребляется обыкновенно въ смѣси съ пескомъ.

Твердѣніе перечисленныхъ гидравлическихъ цементовъ обусловливается гидратаціею силикатовъ, соединеніемъ силикатовъ и кремнезема съ гидратомъ извести и превращеніемъ избытка извести въ углекальціевую соль (Feichtinger, 1859), при чемъ твердѣніе пуццоланъ обусловливается главнымъ образомъ образованіемъ гидратовъ кремнекислыхъ основныхъ соединеній извести (v. Fuchs, 1832), твердѣніе портландскаго цемента — гидратаціею кремне-алюминіевыхъ соединеній извести цемента (Vicat, Rivot, 1856; Michaelis, 1869; Le Chatelier, 1883 и друг.), а твердѣніе романскаго цемента—обоими названными процессами вмѣстѣ, а также превращеніемъ свободнаго гидрата извести (и магнезіи) въ углекислыя соли.

Пуццоланы. Какъ уже сказано, цементъ этого рода получаютъ, прибавляя къ обыкновеннымъ воздушнымъ цементамъ силикатовъ, разлагаемыхъ (вполнѣ или частью) кислотами. Такими соединеніями служитъ *пуццоланъ* въ тѣсномъ смыслѣ слова, *трассъ* и *санторинъ*, представляющія туфы вулканическаго происхожденія [1]), а также *доменные и другаго рода шлаки.*

Пуццоланъ добывается въ значительныхъ количествахъ около Неаполя (близъ Puzzuoli) и встрѣчается также около Рима и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ во Франціи (Auvergne и департаменты Hérault и Ardèche). Имѣетъ зернистое болѣе или менѣе плотное строеніе, хрупокъ; цвѣтъ его сѣрый или желтый до темно-кирпичнаго. При нагрѣваніи легко теряетъ воду и легко разлагается соляной кислотой.

---

[1]) Вулканическіе туфы или туфы въ тѣсномъ смыслѣ слова представляютъ собою или отвердѣвшія и разрушенныя скопленія вулканической грязи, или смѣсь различныхъ породъ, матеріаломъ для которыхъ послужили вулканическій песокъ, пепелъ, лапилли, смытыя дѣйствіемъ воды въ одно мѣсто, уплотнившіяся и частью сильно разрушенныя.

Трассъ[1])—продуктъ сходный по своимъ свойствамъ и происхожденію съ пуццоланомъ. Онъ имѣетъ желто-сѣрый до коричневаго цвѣтъ, и встрѣчается въ большихъ количествахъ въ долинѣ Рейна (Nette — и Brohlthal около городовъ Neuwied и Andernach) въ видѣ плотнаго камня (твердости обожженнаго кирпича) и въ видѣ землистомъ. Плотныя (древнѣйшія) разновидности туфа (трассъ въ тѣсномъ смыслѣ слова)—употребляютъ для приготовленія гидравлическихъ цементовъ и онѣ поступаютъ въ продажу или въ измельченномъ видѣ, или (для предупрежденія фальсификаціи) въ кускахъ.

Названіемъ „трассъ“ обозначаютъ также трахитные туфы, встрѣчающіеся въ Баваріи (Nördlingen) и другихъ мѣстахъ. Они также употребляются для приготовленія цементовъ, но содержатъ значительно менѣе силикатовъ, разлагаемыхъ соляной кислотой, а потому при обработкѣ соляной кислотой они не образуютъ студени.

Санторинъ встрѣчается на о. Санторинѣ и другихъ греческихъ островахъ. По внѣшнему виду онъ похожъ на пуццоланъ и трассъ (въ тѣсномъ значеніи слова), но менѣе разлагается кислотами, чѣмъ этотъ послѣдній.

Вотъ для примѣра составъ нѣкоторыхъ образцовъ названныхъ силикатовъ.

[1]) Отъ голландскаго слова Tyrass—замазка, связывающее средство.

	Пуццоланъ Итальянскій (Elsner, 1845).		Трассъ изъ Броль-таля (A. Goldberg, 1893).	Санторинъ (Feichtinger, 1870).
	1.	2.		
Часть, растворимая въ водѣ.				
Гипсъ ($CaSO_4+2H_2O$)	—	—	—	0,05
Хлористый аммоній (NH_4Cl)	—	—	—	слѣды.
Хлористый натрій ($NaCl$)	2,56	3,25	—	—
Часть, растворимая въ соляной кислотѣ.				
Кремневый ангидридъ (SiO_2)	10,24[1])	10,25[1])	32,14[1])	слѣды.
Окись алюминія (Al_2O_3)	9,00	2,56	16,35	1,36
Окись желѣза (Fe_2O_3)	4,76	4,56		1,41
Закись марганца (MnO)	—	—	0,49	—
Окись кальція (CaO)	1,90	1,58	2,58	0,40
Окись магнія (MgO)	—	—	1,12	0,23
Окись калія (K_2O)	1,50	2,97	1,35	—
Окись натрія (Na_2O)			2,52	—
Сѣрный ангидридъ (SO_3)	—	—	1,12	—
	27,42	20,46	43,65	3,45
Часть, нерастворимая въ солян. кислотѣ.				
Кремневый ангидридъ (SiO_2)	48,89	49,56	23,45	66,37[2])
Окись алюминія (Al_2O_3)	12,27	13,79	9,44	12,36
Окись желѣза (Fe_2O_3)	—	—		2,90
Закись марганца (MnO)	—	—	0,10	—
Окись кальція (CaO)	—	—	0,99	2,58
Окись магнія (MgO)	—	—	0,66	1,06
Окись калія (K_2O)	2,87	12,65	1,36	2,83
Окись натрія (Na_2O)	6,23		0,45	4,83
Вода	—	—	6,70	4,06
	70,27	76,01	43,65	96,38
	100,25	99,72	100,39	99,83

Доменные шлаки, изъ искусственныхъ силикатовъ, употребляемыхъ для приготовленія гидравлическихъ цементовъ, занимаютъ первое мѣсто. Они получаются, какъ извѣстно, при выплавкѣ чугуна изъ желѣзныхъ рудъ и представляютъ собою родъ тугоплавкаго стекла, разлагаемаго кислотами.

Не всѣ однако доменные шлаки пригодны для полученія гидравлическаго цемента. Опытъ показалъ, что шлаки, содержащіе около 50 – 60% кремневаго ангидрида и отъ 15 до 20% окиси алюминія, не уступаютъ по своему достоинству лучшимъ естественнымъ пуццоланамъ, хотя и шлаки съ 40% кремневаго ангидрида и 15% окиси

[1]) Вмѣстѣ съ кремневой кислотой, растворимой въ угленатріевой соли послѣ обработки туфа соляной кислотой.

[2]) Растворимый и нерастворимый въ угленатріевой соли.

алюминія могутъ быть употребляемы для приготовленія гидравлическихъ цементовъ. Приводимъ для примѣра составъ нѣкоторыхъ изъ доменныхъ шлаковъ, которые оказались пригодными для приготовленія гидравлическаго цемента.

	Elsner (1847)		Berthier.		Bodemann.	Drouat
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
SiO_2	40,12	40,44	50,00	55,20	59,42	49,00
Al_2O_3	15,37	15,38	18,60	19,20	14,94	21,80
CaO	36,02	33,10	26,40	19,20	19,79	24,00
MgO	—	—	2,00	1,40	0,11	слѣд.
MnO	5,80	4,40	—	1,40	слѣд.	0,60
FeO	1,25	1,63	2,40	3,40	6,03	2,10
K_2O	2,25	2,07	—	—	—	—
S.	0,70	0,76	—	—	—	—
	101,51	97,78	99,40	99,80	100 29	97,50

Для превращенія доменныхъ шлаковъ въ порошокъ, ихъ непосредственно изъ печи впускаютъ въ воду, при чемъ они превращаются въ мелкій песокъ (водный шлакъ), который просушиваютъ и затѣмъ измельчаютъ въ тонкій порошокъ при помощи мельничныхъ поставовъ или ядровыхъ мельницъ.

Естественные и искусственные силикаты, разлагаемые кислотами, смѣшиваютъ для полученія гидравлическихъ цементовъ или съ порошкомъ сухой гашеной извести, или съ гашеной известью, превращенною въ тѣсто, съ прибавленіемъ или безъ прибавленія песку. Количества, въ которыхъ смѣшиваютъ эти составныя части, различны, смотря по свойствамъ силикатовъ и извести и свойствамъ приготовляемаго цемента. Такъ напр. на 2 части порошкообразной гашеной извести берутъ 3 ч. пуццолана (въ видѣ порошка) или 1 ч. пуццолана и 1 ч. песку. Цементы этого класса принадлежатъ къ медленно твердѣющимъ, но пріобрѣтаютъ, не смотря на первоначальную свою небольшую твердость, большую прочность подъ водою.

Романскій цементъ и гидравлическая известь получаются обжиганіемъ богатаго кремнеземомъ (20 — 25%) известковаго мергеля или обжиганіемъ бѣднаго кремнеземомъ доломитоваго известняка. Первые матеріалы находятся въ обиліи во Франціи и Швейцаріи, послѣдніе — на югѣ Австріи и въ московскомъ бассейнѣ. Обжиганіе должно быть производимо при температурѣ, достаточной для разложенія всѣхъ углекислыхъ солей мергеля, но недостаточной для спеканія (полусплавленія) продукта. При этихъ условіяхъ углекислыя соли превращаются въ окись кальція и магнія, часть которыхъ превращаетъ кремневыя соединенія мергеля въ силикаты, разлагаемые кислотами, а другая часть остается свободной. Чѣмъ болѣе мергель содержитъ сво-

боднаго кремнезема, тѣмъ продолжительнѣе и тѣмъ при болѣе низкой температурѣ слѣдуетъ вести обжиганіе.

Мергель, идущій для приготовленія романскаго цемента, разбиваютъ на куски величиной въ кулакъ, гаттируютъ (если нужно) и обжигаютъ, употребляя обыкновенно для этой цѣли непрерывно-дѣйствующія печи съ короткимъ пламенемъ. Послѣ обжиганія отбираютъ недожженные и пережженные куски и пускаютъ въ продажу или въ видѣ кусковъ (гидравлическая известь), или послѣ предварительнаго измельченія въ видѣ порошка (романскій цементъ въ тѣсномъ значеніи слова).

Романскій цементъ имѣетъ весьма различныя свойства. Цвѣтъ его коричневый отъ свѣтло до темно-желтаго; удѣл. вѣсъ 2,55—3,00; при смѣшеніи съ водой болѣе или менѣе нагрѣвается и жадно поглощаетъ угольный ангидридъ изъ воздуха. Употребляется онъ или какъ таковой, или въ смѣси съ пескомъ (на одну часть цемента 1 — 6 ч. песку). Большая часть романскаго цемента принадлежитъ къ цементамъ медленно твердѣющимъ.

Вотъ для примѣра химическій составъ нѣсколькихъ мергелей и цементовъ изъ нихъ полученныхъ.

Англійскій мергель и цементъ (C. Knauss, 1855).

Часть нерастворимая въ кислоть.	Мергель.			Цементъ.		
	A.	B.	C.	A.	B	C.
Кварцъ	6,0	12,3	9,2	6,2	8,3	11,0
Кремнеземъ	10,5	9,0	8,1	0,3	0,5	2,8
Окись желѣза	1,2	1,9	2,1	1,3	1,7	4.4
Окись алюминія	2,5	2,4	3,8			
Часть растворимая въ кислоть.						
Кремнеземъ	0,7	0,6	0,5	19,4	17,4	9,1
Окись желѣза	11,6	6,3	2,3	9,2	12,4	7,1
Окись алюминія	4,3	1,1	1,6	7,3	4,6	9,8
Углекальціевая соль (окись кальція).	52,4	57,8	68,7	(48,3)	(46,1)	(49,6)
Углемагніевая соль (окись магнія).	7,0	5,7	2,3	(2,7)	(3,7)	(1,6)
Окись калія	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8
Окись натрія	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2
Вода	2,8	1,8	0,4	1,0	0,7	0,9
Угольный ангидридъ	—	—	—	3,4	3,6	2,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Баварскій мергель и цементъ (Feichtinger, 1858).

Часть, растворимая въ соляной кислотѣ.	Мергель.		Цементъ.	
	A	B.	A.	B.
Углекальціевая соль (окись кальція) . .	55,87	73,11	(44,96)	(50,40)
Углемагніевая соль (окись магнія) . . .	0,60	2,13	(1,52)	(1,24)
Окись желѣза.	5,03	2,24	5,83	8,64
Окись алюминія.	1,16	1,06	6,43	4,71
Сѣрнокальціевая соль	0,74	0,82	—	—
Угольный ангидридъ.	—	—	4,52	4,61
Фосфорный ангидридъ	—	0,44	—	0,52
Сѣрный ангидридъ	—	—	1,20	1,10
Кали	—	—	0,45	0,50
Натръ.	—	—	0,64	0,73
Часть, нерастворимая въ соляной кислотѣ.				
Вода	1,04	1,06	—	—
Окись кальція	0,70	0,84	—	—
Окись желѣза	2,04	2,30	0,40	слѣд.
Окись алюминія	2,60	2,88	0,74	0,70
Кремнеземъ.	29.19	12,10	32,60	25,29
Кали	0,35	0,36	—	—
Натръ.	0,50	0,53	—	—
Вода	—	—	0,72	1,38
	99 82	99,94	100,01	99,72

Химическій составъ романскаго цемента Товарищества Рижскаго цементнаго завода и маслобойни К. Х. Шмидта, получаемый изъ доломитоваго мергеля, добываемаго на р. Двинѣ.

Кремнеземъ (SiO_2).	16,2
Глиноземъ (Al_2O_3).	3,8
Окись желѣза (Fe_2O_3)	2,3
Известь (CaO)	37,2
Магнезія (MgO).	22,5
Сѣрная кислота (SO_3)	1,3
Потеря при прокаливаніи	16,1
Щелочи	0,6
	100

Портландскій цементъ получается обыкновенно обжиганіемъ искусственныхъ смѣсей глины съ известняками или мѣломъ, рѣже естественныхъ мергелей [1]).

[1]) Естественные мергели, дающіе при обжиганіи портландскій цементъ безъ всякой предварительной подготовки (кромѣ дробленія на куски), встрѣчаются въ Тиролѣ, во Фран-

Известняки, всего болѣе пригодные для приготовленія портландскаго цемента изъ искусственныхъ смѣсей, тѣ, которые содержатъ возможно большее количество углекальціевой соли (мѣлъ, прѣсноводный известковый туфъ). При приготовленіи смѣси для цемента, содержаніе глины въ известнякахъ должно быть принято въ разсчетъ; если известняки содержатъ много песку и кремня (мѣлъ)—ихъ очищаютъ отмучиваніемъ.

Вотъ для примѣра составъ известняка, употребляемаго для приготовленія портландскаго цемента Московскимъ акціонернымъ обществомъ для производства цемента (Московск. губ., Подольск. уѣзда):

	1.	2.
Соедин. нераствор. въ соляной кислотѣ	0,96	0,28
Глиноземъ и окись желѣза	0,06	0,11
Окись кальція	54,18	55,25
Окись магнія	1,07	0,45
Угольный ангидридъ	43,73	43,91
	100	100

Глина, пригодная для полученія цемента, должна содержать возможно меньшее количество кварцоваго песку (въ особенности крупнозернистаго) и должна быть достаточно богата окисью желѣза и щелочами, слѣдовательно довольно легкоплавкая. Въ общемъ глина, пригодная для полученія портландскаго цемента, должна содержать 60—70% SiO_2, 15—25% Al_2O_3, 5—12% Fe_2O_3, 2—4% CaO и MgO и 2—4% щелочей.

Вотъ для примѣра составъ нѣсколькихъ глинъ, оказавшихся вполнѣ пригодными для полученія портландскаго цемента.

	1.	2.	3.	4.	5.	6[1])
Кремнеземъ (SiO_2)	60,06	59,25	60.00	62,48	68,45	68,46
Окись алюминія (Al_2O_3)	17,79	23,12	22,22	20,00	11,64	12,00
Окись и зак. желѣза (Fe_2O_3,FeO)	7,08	8,53	8,99	7,33	14,80	5,17
Окись кальція (CaO)	9,92	—	4,18	6,30	0,75	1,32
Окись магнія (MgO)	1,82	2,80	1,60	1,16	—	1,01
Окись калія (K_2O)	2,50	1,87	1,49	1,74	1,90	1,75
Окись натрія (Na_2O)	0,73	1,60	0,72	0,37	2,10	0,71
Гипсъ ($CaSO_4$)	0,60	2,73	0,89	0,60	—	—
Потеря отъ прокаливанія	—	—	—	—	—	9,08

ціи, Швеціи и Америкѣ. Въ Россіи они найдены на большомъ протяженіи вдоль Цемесской бухты и перерабатываются на портландскій цементъ Новороссійскимъ цементнымъ заводомъ.

[1]) Глина употребляется Московскимъ акціонерн. обществомъ для производства цемента (Московск. губ., Подольск. уѣзда близъ деревни Выползиво въ 1½ версты отъ желѣзно-дорожной станціи „Подольскъ“).

На нѣкоторыхъ заводахъ для полученія портландскаго цемента употребляютъ вмѣсто глины мергель, на другихъ—смѣсь глинистыхъ и известковыхъ мергелей, а также смѣси другихъ известковыхъ или глинистыхъ матеріаловъ. Нерѣдко къ смѣси изъ глиняныхъ и известковыхъ матеріаловъ прибавляютъ соды, если глина не содержитъ щелочей въ достаточномъ количествѣ.

Смѣшеніе известковыхъ и глинистыхъ матеріаловъ, служащихъ для полученія портландскаго цемента, производятъ тремя способами—сухимъ (всего лучше), полумокрымъ и мокрымъ.

Первый способъ состоитъ въ томъ, что матеріалы сначала высушиваютъ (на воздухѣ или искусствен. теплотой), затѣмъ измельчаютъ (предварительное высушиваніе значительно облегчаетъ измельченіе) или непосредственно подъ бѣгунами или жерновами (глина, рыхлые известняки), или предварительно въ камено-дробилкахъ и между валами, а затѣмъ окончательно подъ бѣгунами или жерновами (твердые известняки, мѣлъ). Измельченные матеріалы просѣваютъ черезъ цилиндрическія сита изъ металлической ткани, смѣшиваютъ въ надлежащихъ (изъ опыта опредѣленныхъ) количествахъ и затѣмъ тщательно перемѣшиваютъ или ручной работой, или при помощи спеціальныхъ аппаратовъ (напр. въ деревянныхъ или жестяныхъ вращающихся цилиндрахъ, стѣнки которыхъ усажены кулаками). Непосредственно послѣ смѣшенія матеріаловъ, полученную смѣсь замѣшиваютъ въ ямахъ такимъ количествомъ воды, какое необходимо для образованія густаго тѣста, и образованное тѣсто разминаютъ въ глиномялкахъ до полной однородности.

Полумокрый способъ смѣшенія матеріаловъ употребляютъ въ тѣхъ случаяхъ, когда известковый или глинистый матеріалъ недостаточно чистъ и долженъ быть очищенъ отмучиваніемъ. Отмучиваніе производятъ обыкновеннымъ путемъ; если отмучиваемые матеріалы тверды—ихъ предварительно измельчаютъ, всего лучше подъ бѣгунами при напусканіи воды. Полученное послѣ отмучиванія и отстаиванія известковое или глиняное тѣсто смѣшиваютъ съ соотвѣтственнымъ количествомъ другой составной части, которую берутъ въ сухомъ и измельченномъ видѣ.

Мокрый способъ смѣшенія состоитъ въ томъ, что какъ известковый, такъ и глинистый матеріалъ распускаютъ въ водѣ и смѣшиваютъ въ требуемыхъ количествахъ въ видѣ мути, какъ это было описано при глиняномъ производствѣ. Полученную смѣсь, послѣ отстаиванія и удаленія избытка воды, подвергаютъ тщательному мятью. Вслѣдствіе различнаго удѣльн. вѣса составныхъ частей смѣси, полученіе мокрымъ путемъ однороднаго тѣста затруднительно.

Относительныя количества, въ которыхъ глинистый и известковый матеріалы должны быть смѣшаны, зависятъ отъ состава самыхъ матеріаловъ, при чемъ при составленіи смѣси слѣдуетъ принять во вниманіе, что для полученія доброкачественныхъ портландскихъ цементовъ необходимо, чтобы отношеніе между вѣсомъ щелочей (CaO, MgO, Na_2O, K_2O) и вѣсомъ соединеній съ кислотнымъ характеромъ (SiO_2, Al_2O_3 и Fe_2O_3), входящихъ въ составъ цемента, равно было 1,8—2,0 : 1.

Полученную тѣмъ или другимъ путемъ тѣстообразную смѣсь *формуютъ* ручнымъ или машиннымъ способомъ въ кирпичи (26×12×55 см.) тѣми же пріемами, которые употребляются при формованіи строеваго кирпича, и затѣмъ высушиваютъ или на воздухѣ, или подъ навѣсомъ, или въ спеціальныхъ сушильняхъ, нагрѣваемыхъ спеціальными топками или теплотой, отходящей изъ коксовыхъ или цементо-обжигательныхъ печей.

Если смѣсь приготовлена сухимъ путемъ и достаточно пластична, то передъ формованіемъ ее не замѣшиваютъ водой, а въ нѣсколько влажномъ состояніи формуютъ въ сильныхъ прессахъ сухимъ путемъ, чѣмъ избѣгается необходимость въ высушиваніи кирпичей передъ обжиганіемъ.

При формованіи цементной смѣси стараются сообщить ей возможную плотность, такъ-какъ чѣмъ болѣе уплотнена смѣсь, тѣмъ лучшихъ качествъ получается цементъ. Въ виду этого, машинное формованіе тѣстообразной смѣси предпочтительнѣе ручному, а сухое прессованіе смѣси—машинному формованію тѣстообразной смѣси.

Обжиганіе высушенныхъ кирпичей изъ цементной смѣси производятъ или въ непрерывно-дѣйствующихъ печахъ съ короткимъ пламенемъ (всего лучше въ печахъ Дича, стр. 1063), употребляя какъ топливо коксъ, содержащій мало золы, или въ циркулярныхъ печахъ (въ Германіи всего чаще), возвышая температуру постепенно и доводя ее до спеканія (полусплавленія) смѣси, для чего требуется температура бѣлаго каленія.

Послѣ надлежащаго обжиганія, цементъ представляетъ болѣе или менѣе пористое тѣло, напоминающее лаву, зеленовато-сѣраго цвѣта и имѣетъ значительную прочность. Послѣ обжиганія цементъ сортируютъ, отбрасывая недожженные и пережженные (остеклившіеся) куски, а затѣмъ подвергаютъ грубому (въ камнедробилкахъ и между валами), а затѣмъ окончательному (между жерновами, подъ бѣгунами или въ шаровыхъ мельницахъ) измельченію. Измельченный цементъ просѣиваютъ (употребляя для этого металлическія сита различной кон-

струкціи) и укупориваютъ или въ деревянные боченки (вмѣщ. 170 кгр. цемента[1]), или въ мѣшки (вмѣщ. 70 кгр. цемента).

Нерѣдко къ вполнѣ готовому портландскому цементу передъ его укупоркой прибавляютъ нѣкоторыя тѣла, съ цѣлью улучшить его качество или съ цѣлью его фальсификаціи. Такъ, съ цѣлью улучшенія качества цемента, а именно съ цѣлью уменьшить быстроту его твердѣнія, прибавляютъ къ цементу соду, гипсъ (до 2%), а съ цѣлью фальсификаціи—шлаковую муку, порошокъ известковаго камня и т. д.

Такъ-какъ при образованіи цементной смѣси сухимъ путемъ, равно какъ и при измельченіи и упаковкѣ цемента образуется много пыли, то аппараты, служащіе для измельченія и смѣшенія матеріаловъ, а также аппараты, слущащіе для измельченія цемента, равно какъ и помѣщенія, въ которыхъ происходятъ эти работы и упаковка цемента, должны быть снабжаемы соотвѣтственными вентиляціонными приспособленіями.

Свойства цемента. Портландскій цементъ, хорошо приготовленный, представляетъ собой по возможности мелкій и однородный порошокъ свѣтлаго до темно-сѣраго цвѣта съ синеватымъ или зеленоватымъ отливомъ; удѣльн. вѣсъ его равенъ прибл. 3,05—3,2.

Химическій составъ его колеблется между слѣд. предѣлами.

SiO_2	20—26	Na_2O, K_2O	0,19—3
Al_2O_3	4—11	SO_3	0,2—2
Fe_2O_3	2—6	Потеря при прокаливаніи	0,3—3
CaO	54—67	Нерастворимый остатокъ	0,1—1,3
MgO	слѣд.—3		

[1]) Въ Россіи цементъ укупориваютъ въ бочки, вмѣщающія приблизительно $10^1/_4$ пуда (167,8 кгр.) цемента. Бочка вмѣстѣ съ цементомъ вѣситъ 11 пудовъ.

Вотъ для примѣра составъ нѣсколькихъ портландскихъ цементовъ.

	Англійскіе.		Нѣмецкіе.		Русскіе[1]).					
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
CaO	54,4	57,3	62,0	58,2	65,00	62,5	62,2	62,1	62,44	64,86
MgO	0,9	0,6	1,1	2,4	0,57	1,0	2,0	2,1	2,83	1,21
SiO_2	23 7	22,7	22,6	21,4	25,99	22,4	22,0	22,0	25,11	21,31
Al_2O_3	7,7	7,7	6,5	11,2	5,77	6,3	6,6	6,5	7,12	8,05
Fe_2O_3	5,5	3,7	2,8	3,4		3,60	3,4	3,2		3,67
Щелочи	2,8	0,6	2,3	0,7	1,0	0,92	1,29	1,3	1,15	0,52
SO_3	1,1	1,0	1,2	0,3	0,55	1,29	1,53	1,1	1,35	0,16
CO_2	2,8	3,5	1,5	0,8	1,13	—	—	—	—	0,02
Нераствор. остатковъ	—	0,5	—	0,5						
Вода	1,0	1,9	—	0,5				1,7	0,16	—
	99,9	99,5	100,0	100,00						

[1]) 1. Цементъ Новороссійскій (г. Новороссійскъ, Кубанской области).
2. Цементъ Портъ-Кунда (въ Эстляндіи).
3. Цементъ Глухоозерскій (Спб. губ. Глухоозерская ферма).
4. Цементъ Товарищества Рижскаго цементнаго завода и маслобойни К. Х. Шмидта.
5. Цементъ Московскаго акціонернаго общества (Московск. губ., Подольскаго уѣзда, въ $1^1/_2$ отъ желѣзно-дорожной ст. Подольскъ).
6. Цементъ завода „Высока“ (Петроковской губ., ст. Лазы).

При смѣшеніи съ водой до образованія густаго тѣста, портландскій цементъ не нагрѣвается замѣтно и затѣмъ болѣе или менѣе быстро твердѣетъ, не увеличиваясь при этомъ въ объемѣ. Увеличеніе объема при твердѣніи цемента указываетъ на присутствіе въ немъ излишняго количества гипса или магнезіи. Затвердѣвшій цементъ не измѣняется при продолжительномъ лежаніи на воздухѣ и водѣ, какъ прѣсной, такъ и морской, и обладаетъ значительнымъ сопротивленіемъ разрыву и давленію.

На основаніи приказа по Министерству Путей Сообщенія отъ 15 мая 1895 г. портландскій цементъ хорошихъ качествъ (годный для пріемки) долженъ удовлетворять слѣдующимъ условіямъ[1]): Отношеніе вѣсоваго количества окиси кальція и щелочей къ суммѣ вѣсовыхъ количествъ кремнезема (SiO_2), глинозема и окиси желѣза въ цементѣ должно быть не менѣе 1,7 и не болѣе 2,2. Количества сѣрной кислоты и магнезіи въ цементѣ должно быть: первой не болѣе 1,75%, второй не болѣе 3%. Примѣси къ обожженному и измельченному цементу постороннихъ тѣлъ допускается не свыше 2% по вѣсу. Удѣльн. вѣсъ цемента не долженъ быть менѣе 3,05. При просѣвкѣ высушеннаго цемента черезъ сито съ 4900 отверстіями на 1 кв. см. (толщина проволоки 0,03 мм.) черезъ сито должно пройти не менѣе 50% всего количества взятаго для опыта цемента, а при просѣвкѣ черезъ сито съ 900 отверстіями на 1 кв. см.(толщина проволоки 0,1 мм.) количество цемента, задержаннаго ситомъ, должно быть не болѣе 15% всего количества, взятаго для опыта (100 грм.). При смѣшеніи цемента съ прѣсной водой (24 — 30%) до образованія тѣста нормальной густоты, опредѣляемой особеннымъ приборомъ, начало схватыванія (твердѣнія) должно наступать не ранѣе какъ спустя четверть часа, считая съ момента прибавленія воды къ цементу, а конецъ схватыванія (окончаніе затвердѣнія) не ранѣе 1 часа и не позже 12 часовъ. Затвердѣвшая лепешка цемента, приготовленная согласно опредѣленнымъ правиламъ[2]), должна представлять черезъ 7 дней послѣ затворенія сопротивленіе разрыву не менѣе 20 кгр., а черезъ 28 дней послѣ затворенія сопротивленіе разрыву не менѣе 25 кгр. на 1 кв. см. Лепешки цемента, полученныя

---

[1]) Условія эти довольно близки съ тѣми, которыя установлены для доброкачественнаго цемента Обществомъ германскихъ владѣльцевъ цементныхъ заводовъ.

[2]) При приготовленіи образцовъ изъ чистаго цемента, этотъ послѣдній смѣшиваютъ съ водою до образованія тѣста нормальной густоты. Полученное тѣсто плотно набиваютъ въ металлическую бисквитообразную форму опредѣленныхъ размѣровъ, стѣнки которой смазаны масломъ; послѣ отвердѣнія цементную лепешку освобождаютъ изъ формы, даютъ ей лежать во влажномъ воздухѣ 24 ч., послѣ чего погружаютъ въ воду до момента испытанія.

указаннымъ выше способомъ изъ смѣси 1 ч. цемента, 3 ч. нормальнаго кварцоваго песку [1]) и соотвѣтственнаго количества (обыкновенно 10% по вѣсу сухой смѣси) воды, должны представлять сопротивленіе разрыву черезъ 7 дней послѣ затворенія не менѣе 9 кгр. на 1 кв. см. (въ Германіи 16 кгр. на 1 кв. см.), а сопротивленіе цемента раздробленію должно быть въ 10 разъ больше сопротивленія разрыву.

Качества всѣхъ хорошихъ портландскихъ цементовъ (какъ заграничныхъ, такъ и русскихъ) значительно превосходятъ указанныя выше нормальныя требованія. Вотъ данныя для портландскихъ цементовъ двухъ русскихъ заводовъ:

Сопротивленіе разрыву.	1.	2.
Чистаго цемента черезъ 7 дней	38,6 кгр. на кв. см.	41,40 кгр. на кв. см.
Раствора 1 ч. цемента и 3 ч. песку черезъ 7 дней .	12,0 „	14,26 „
черезъ 28 дней.	15,8 „	19,85 „
Сопротивленіе раздробленію.		
Раствора черезъ 28 дней.	156 „	170 „
Остатокъ на ситѣ въ 900 отв.	40%	2—3%
Прошло черезъ сито въ 4900 отв.	78%	80%
Срокъ схватыванія около	6 часовъ.	3—5 часовъ.
Удѣльный вѣсъ	3,12	3,11—3,20
Вѣсъ литра цемента въ рыхломъ состояніи	1205 грм.	1150 грм.
въ плотномъ состояніи	1750 „	1600 „

Портландскій цементъ употребляется какъ при сооруженіи надземныхъ, такъ и преимущественно при сооруженіи подводныхъ построекъ, обыкновенно въ смѣси съ пескомъ (крупнозернистымъ вполнѣ чистымъ). Для надземныхъ построекъ его употребляютъ въ смѣси съ 3—4 ч., для подводныхъ съ 2—1 ч. песку. Цементный порошокъ смѣшиваютъ по возможности тщательно съ сухимъ пескомъ, а затѣмъ уже прибавляютъ къ этой смѣси умѣренное количество воды до образованія густаго тѣста, которое употребляютъ тотчасъ послѣ изготовленія. Въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ требуется быстрое твердѣніе цемента, употребляютъ чистый цементъ безъ прибавленія песку. При сооруженіи надземныхъ построекъ употребляютъ также смѣси цемента (1 ч.), извести ($^1/_2$ ч.) и песку (6 ч.). Цементъ употребляютъ кромѣ того для полученія гидра-

[1]) Песокъ просѣиваютъ черезъ 3 сита въ 64, 144 и 225 отверстій на кв. см. Остатки, полученные отъ просѣва черезъ сита въ 144 и 225 отверстій, смѣшанные между собою поровну, составляютъ упомянутый нормальный песокъ.

влическаго бетона[1]), получившаго широкое примѣненіе въ строительномъ искусствѣ гражданскомъ и военномъ. Въ смѣси съ другими тѣлами портландскій цементъ употребляютъ для отливанія колоннъ, надгробныхъ плитъ, вазъ и т. д. Цементъ хорошо пристаетъ къ желѣзу и его употребляютъ для покрытія желѣзныхъ трубъ и паровыхъ котловъ, чтобъ защитить ихъ отъ ржавчины (въ сырыхъ помѣщеніяхъ).

Изъ описанныхъ гидравлическихъ цементовъ *естественные пуццоланы* были извѣстны и примѣнялись уже древними народами. Дороговизна этихъ цементовъ вызвала въ прошломъ столѣтіи попытки получать гидравлическіе цементы изъ болѣе доступныхъ и дешевыхъ матеріаловъ. Это удалось впервые J. Smeaton'y (1756), показавшему, что при обжиганіи нѣкоторыхъ видовъ тощихъ известняковъ получается продуктъ, могущій служить гидравлическимъ цементомъ (*гидравлическая известь*), затѣмъ въ 1796 г. J. Parker (въ Англіи) взялъ привилегію на приготовленіе гидравлическаго цемента изъ известковыхъ конкрецій, встрѣчающихся въ глинѣ, лежащей подъ мѣломъ, и сталъ приготовлять этотъ цементъ въ большихъ размѣрахъ и продавать его подъ названіемъ *романскаго цемента*. Въ виду большаго распространенія мергелей, скоро стали приготовлять романскій цементъ и въ другихъ государствахъ, въ особенности послѣ того, когда Fuchs (1832) разъяснилъ природу гидравлическихъ цементовъ. Возможность получить гидравлическій цементъ обжиганіемъ тощихъ известняковъ привела *Vicat* (въ началѣ этого столѣтія) на мысль получать гидравлическіе цементы обжиганіемъ искусственныхъ смѣсей мѣла и глины. Мысль эта была вполнѣ осуществлена *J. Aspdin*'омъ въ Англіи (1824), которому удалось выработать надлежащій способъ приготовленія *портландскаго цемента*, фабрикація котораго стала быстро распространяться въ другихъ государствахъ (во Франціи съ 1850 г., въ Германіи съ 1852 г., въ Россіи съ 1857 г.[2]) и вытѣснять фабрикацію другихъ видовъ гидравлическихъ цементовъ. Портландскій цементъ есть въ настоящее время самый употребительный изъ всѣхъ видовъ гидравлическихъ цементовъ. Ро-

---

[1]) Смѣсь неправильныхъ кусковъ камней съ гидравлическимъ цементомъ въ количествѣ нѣсколько большемъ нежели то, какое требуется для заполненія пустотъ между камнями.

[2]) Въ Россіи въ 1851 г. былъ основанъ первый заводъ для приготовленія романскаго цемента, близъ Петербурга *Роше*, а въ 1857 г. — первый заводъ для приготовленія портландскаго цемента въ деревнѣ Гродзецъ (Петроковской губ.) *И. Я. Цыхановскимъ*.

манскій цементъ стали въ послѣднее время (у насъ особенно) рекомендовать для сооруженія надземныхъ построекъ вмѣсто извести. Въ зданіяхъ, построенныхъ на романскомъ цементѣ, можно жить немедленно послѣ окончанія постройки, не опасаясь сырости, вредной для здоровья, при томъ кладка на романскомъ цементѣ обходится лишь немного дороже известковой кладки. Штукатурка на растворѣ изъ 1 части романскаго цемента и 2 ч. чистаго мелкаго песку отличается прочностью и обезпечиваетъ сухость стѣнъ.

АСФАЛЬТЪ.[1)]

Въ природѣ часто встрѣчаются смолистые матеріалы, образовавшіеся изъ нефти черезъ постепенное испареніе болѣе летучихъ ея составныхъ частей и окисленіе менѣе летучихъ. Матеріалы эти являются то въ видѣ твердыхъ тѣлъ чернаго цвѣта съ раковистымъ и блестящимъ изломомъ (*іудейская или горная смола*, асфальтъ въ тѣсномъ значеніи слова), то въ видѣ густыхъ тягучихъ жидкостей (*горный деготь*), то въ видѣ смолистыхъ песчаниковъ (*гудронный камень*), то наконецъ въ видѣ смолистыхъ известняковъ и мергелей (*асфальтовый камень*). Первый изъ названныхъ матеріаловъ употребляется преимущественно для приготовленія асфальтовыхъ лаковъ и замазокъ, для пропитыванія картона (асфальтовыя бумажныя крыши и трубы), для фотографическихъ цѣлей, а также (за-границей) въ смѣси съ тяжелыми минеральными маслами для приготовленія такъ-наз. гудрона, служащаго суррогатомъ гудрона, выплавляемаго изъ гудронныхъ песчаниковъ, для котораго эти послѣдніе главнымъ образомъ и употребляются. Асфальтовый камень въ измельченномъ видѣ примѣняется въ широкихъ размѣрахъ для сооруженія мостовыхъ, тротуаровъ, половъ и т. д. или безъ всякихъ примѣсей (асфальтъ прессованный), или (всего чаще) въ смѣси съ гудрономъ въ видѣ такъ называемой асфальтовой мастики (литый асфальтъ).

Іудейская или горная смола или асфальтъ въ тѣсномъ смыслѣ слова встрѣчается во многихъ мѣстахъ, но самыя большія за-

---

[1)] Слово „асфальтъ“ по гречески значитъ крѣпкій, прочный, неизмѣняемый. Въ настоящее время этимъ словомъ обозначаютъ: 1) чистую горную смолу (асфальтъ въ минералогическомъ смыслѣ), 2) асфальтовый камень, 3) асфальтовую мастику безъ или даже съ примѣсью песку. Въ излагаемой главѣ я буду по возможности строго разграничивать эти понятія.

лежи ея найдены по берегамъ Мертваго моря (сирійскій асфальтъ), на восточномъ берегу острова св. Тройцы (одного изъ группы малыхъ Антильскихъ острововъ), гдѣ находится цѣлое озеро (поверхн. 40 гектар., глуб. 6 метр.), наполненное асфальтомъ (тринидадскій асфальтъ), на островѣ Кубѣ (мексиканскій асфальтъ) и въ Каритамбо въ Перу. Асфальтъ въ тѣсномъ смыслѣ слова представляетъ болѣе или менѣе твердое тѣло, чернаго цвѣта съ раковистымъ изломомъ. Удѣльный вѣсъ его колеблется между 1,1 — 1,2, хотя иногда, вслѣдствіе присутствія большаго количества землистыхъ примѣсей, доходитъ и до 1,6 (тринидадскій асфальтъ, содержащій 33 — 47% золы). Плавится асфальтъ при температурѣ выше 100°. Онъ нерастворимъ въ водѣ, растворяется отчасти въ спиртѣ и эѳирѣ, всего лучше въ терпентинномъ маслѣ и сѣроуглеродѣ. Подъ вліяніемъ свѣта онъ теряетъ свою растворимость въ названныхъ растворителяхъ и на этомъ свойствѣ основано его примѣненіе въ фотографіи. При осторожномъ нагрѣваніи въ перегонномъ аппаратѣ асфальтъ выдѣляетъ сначала воду и летучее масло (петроленъ), оставляя неперегоняющуюся безъ разложенія черную смолу (асфальтенъ). При повышеніи температуры смола начинаетъ разлагаться — выдѣляется вода, амміакъ и жидкія масла съ различнымъ удѣльн. вѣсомъ и температурой кипѣнія (асфальтовое масло). При повышеніи температуры до краснаго каленія, въ перегонномъ аппаратѣ остается болѣе или менѣе ноздреватый сѣро-черный углистый остатокъ (коксъ).

Элементарный составъ асфальта до сихъ поръ не вполнѣ разъясненъ. Между тѣмъ какъ по однимъ изслѣдованіямъ (Regnault, 1838; Boussingault, 1840, 1883) онъ состоитъ изъ углерода, водорода, кислорода и азота, по другимъ (Kayser, 1879), въ составъ асфальта входитъ значительное количество сѣры. Вотъ самыя числа:

Происхожденіе асфальта.	Процентный составъ (за исключеніемъ золы).					Имя изслѣдователя.
	C.	H.	O.	N.	S.	
Мертвое море (Сирійскій).	77,84	8,93	11,54	1,70	—	Boussingault (1883).
„ „ „	80,0	9,0	—	0,40	10,0	Kayser (1879).
О. с. Тройцы (Тринидадс.).	78,8	9,3	—	1,4	10,0	
Куба (Мексиканскій) . .	81,46	9,57	8,97		—	Regnault (1838).
„ „	82,67	9,14	8,19		—	Wetherill (1854).

Асфальты тринидадскіе, изслѣдованные Kayser'омъ, имѣли удѣл. вѣсъ 1,45 – 1,60, температуру плавленія 130—150° и содержали:

смоли удѣльн. в. 0,870—0,875 отъ 70 до 79,6%
песку . . . . . отъ 30 до 20,4.

Въ 100 ч. смолы заключается:

5% тѣлъ раствор. въ спиртѣ.
57% „ „ въ эѳирѣ и плав. при 54°.
38% „ „ въ хлороформѣ и терпент. маслѣ и плав. при 150—161°.

100 ч смолы даютъ при сухой перегонкѣ:

Легкихъ маселъ удѣльн. в. 0,7—0,85 . .	37,4 —30,0%
Тяжелыхъ маселъ удѣльн. в. 0,85—0,90	28,62 —30,0
Парафина	2,68— 1,50
Кокса	25,30—36,0
Потери	6,76— 1,50

Сирійскій асфальтъ, по тому-же изслѣдователю, представляетъ черное блестящее тѣло, удѣльнаго вѣса 1,1—1,105, съ температурой плавл. 135—140°.

100 ч. асфальта содержали:

Смолы	91,40%	82,6%
Углекальціевой соли	8,60	17,40

100 ч. смолы содержатъ:

4% тѣлъ раствор. въ спиртѣ.
44% „ „ въ эѳирѣ и плав. при 65°.
52% „ „ въ хлороформѣ и терпент. маслѣ и плав. при 150—160°.

100 ч. асфальта при сухой перегонкѣ даютъ по Watt'y:

Легкихъ маселъ удѣльн. в. 0,7—0,80. . . .	7,25
Тяжелыхъ маселъ	42,00
Кокса.	42,30
Газовъ и потери	0,45

Элементарный составъ (по Kayser'y) ближайшихъ составныхъ частей сирійскаго и тринидадскаго асфальтовъ, извлеченныхъ указанными выше растворителями, былъ слѣдующій (за вычетомъ золы).

	C.	H.	S.
Спиртовая вытяжка.			
Сирійскій асфальтъ	82,33	10,33	6,96
Тринидадскій.	78,65	10,26	10,62
Эѳирная вытяжка.			
Сирійскій асфальтъ	80,17	8,87	9,78
Тринидадскій.	80,50	10,20	9,42
Остатокъ.			
Сирійскій асфальтъ . . .	78,44	8,81	13,08
Тринидадскій.	78,49	8,72	12,89

Мексиканскій асфальтъ по Weyl'ю имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,0 — 1,6 и содержитъ смолы 84,5—89,32%, песку 15,44—10,68. 100 ч. асфальта даютъ при сухой перегонкѣ:

Легкихъ маселъ удѣльн. в. 0,785—0,82. .	12,80%
Тяжелыхъ маселъ удѣльн. в. 0,85—0,91. .	42,30
Парафина.	2,00
Кокса.	33,6
Газовъ и потери.	9,30

Горный деготь или горное масло встрѣчается въ видѣ ключей или въ видѣ скопленій въ горныхъ породахъ. Въ Европѣ такіе ключи встрѣчаются во многихъ мѣстахъ (во Франціи, въ Эльзасѣ, Баваріи и др.), а у насъ на Кавказѣ близъ Грознаго и Екатеринодара, въ Бакинской губерніи и въ другихъ мѣстахъ Кавказа и Закавказья. Онъ представляетъ собою болѣе или менѣе густую смолу и употребляется какъ суррогатъ гудрона и асфальта въ тѣсномъ значеніи слова.

Гудронный камень представляетъ собою песчаники, содержащіе отъ 5 до 30% смолы (битума), ихъ пропитывающей и легко выдѣляющейся при нагрѣваніи съ водой. Они встрѣчаются во многихъ мѣстахъ и обыкновенно вблизи мѣсторожденій асфальтоваго камня, а также мѣсторожденій нефти. У насъ гудронный камень высокаго качества находится въ Симбирской губерніи, близъ Волги и г. Сызрани, у деревни Бахилова. Служитъ онъ главнымъ образомъ для полученія *гудрона*. Для этой цѣли камень раздробляютъ и вываривaютъ въ котлахъ съ водой, при чемъ смолистые продукты собираются на поверхности воды, а большая часть минеральныхъ примѣсей осаждается на дно котла. Верхній слой снимаютъ и нагрѣваютъ въ другомъ котлѣ, при чемъ испаряется вода и летучіе продукты, и на дно котла осаждаются минеральныя примѣси, увлеченныя смолой. Полученный продуктъ, для дальнѣйшаго очищенія, вторично вываривaютъ въ водѣ, собираютъ всплывшій смолистый слой и нагрѣваютъ его вторично въ котлѣ для удаленія воды, летучихъ и постороннихъ минеральныхъ примѣсей. Гудронъ надлежащихъ качествъ долженъ твердѣть при 10°, становиться жидкимъ при 40—50°, улетучиваться при 159° и содержать возможно меньшее количество минеральныхъ примѣсей (нашъ Сызрано-Печерскій около 12% часто однако до 40%). Цвѣтъ его черный съ лиловатымъ оттѣнкомъ; въ эѳирѣ, сѣроуглеродѣ и терпентинномъ маслѣ растворяется. Поступаетъ онъ въ продажу въ бочкахъ (нашъ Сызрано-Печерскій въ бочкахъ, вмѣщающихъ 12—14 пуд.).

Асфальтовый камень, самый важный изъ матеріаловъ описываемой группы, найденъ и разрабатывается въ Швейцаріи (Vale de Travers, Невшательскій кантонъ), во Франціи (Seyssel, дер. de l'Ain), въ Германіи (Limmer, близъ Ганновера, Lobsann въ Эльзасѣ) и у насъ въ Россіи въ Сызранскомъ уѣздѣ (Симбирской губ.) при селеніяхъ Батраки и Печерскомъ и др., въ Тетюшскомъ уѣздѣ (Казанской г.) при с. Сюкеево, а также близъ Керчи, въ 7 верстахъ отъ Кутаиса (близъ села Нагареви) и друг. Асфальтовый камень представляетъ собой мелкозернистый известнякъ или (напр. Сызранскій, Керченскій) доломитъ, пропитанный смолистыми тѣлами, невыдѣляющимися изъ нихъ при нагрѣваніи съ водой. Асфальтовый камень имѣетъ коричневый

цвѣтъ, твердъ, мало-хрупокъ и при слабомъ нагрѣваніи (60—80°) распадается въ порошокъ, который хорошо формуется и послѣ охлажденія превращается въ твердую массу, сохраняющую отпечатки формы. Онъ содержитъ отъ 6 до 39% смолы, всего чаще около 10%. Смола почти что нерастворима въ спиртѣ, мало въ эѳирѣ и почти вполнѣ растворима въ скипидарномъ маслѣ и сѣроуглеродѣ. Вотъ для примѣра составъ нѣкоторыхъ изъ асфальтовыхъ камней, между которыми самымъ лучшимъ считаютъ камень изъ Vale de Travers:

	АСФАЛЬТЫ			
	Vale de Travers.	Seyssel.	Керченскій (Лидовъ, 1895).	Сызранскій (Лѣтній, 1874).
Вода и летуч. тѣла при 100° . .	0,50	1,90	1,33	—
Смола (гудронъ).	10,10	8,00	14,67	30,5
Углекальціевая соль	87,95	89,55	64,32	66,3
Углемагніевая соль	0,30	0,10	10,72	3,0
Сѣрнокальціевая соль	—	—	2,57	—
Окись желѣза и глинозема . . .	—	—	2,67	—
Нерастворъ. въ кислотахъ остатокъ	0,45	0,10	5,18	—
Тѣла неопредѣленныя	0,70	0,35	—	—

Сызранскій асфальтовый камень содержитъ по большей части около 6—13% смолы, Кутаисскій—20%. Смола, выдѣленная изъ Керченскаго асфальтоваго камня, представляетъ довольно хрупкое тѣло, плавящееся при 148°. Обработкою петролейнымъ эѳиромъ (кип. до 85°) можетъ быть раздѣлена на двѣ части—одну растворимую въ петролейномъ эѳирѣ, другую трудно-растворимую въ петролейномъ эѳирѣ, но хорошо въ спиртѣ и эѳирѣ этиловомъ. Растворимая въ петролейномъ эѳирѣ часть (около 10% по вѣсу асфальтоваго камня) имѣетъ консистенцію воска при обыкновенной температурѣ и содержитъ (за вычетомъ золы) С — 79,85%, Н — 9,61%, О — 10,59%. Часть трудно-растворимая въ петролейномъ эѳирѣ (около 5% по вѣсу асфальтоваго камня) имѣетъ видъ чернаго порошка и содержитъ (за исключеніемъ золы) С—73,28%, Н—7,73%, О—18,99%. (*Лидовъ*, 1874).

Асфальтовый камень добываютъ горнозаводскимъ путемъ и послѣ обогащенія и гатированія измельчаютъ при помощи различныхъ машинъ въ порошокъ, просѣиваютъ и затѣмъ употребляютъ или непосредственно для различныхъ сооруженій, или (всего чаще) перерабатываютъ на такъ-называемую *асфальтовую мастику*, которая затѣмъ (обыкновенно въ смѣси съ пескомъ) примѣняется для изготовленія тротуаровъ, мостовыхъ и т. д.

Для приготовленія асфальтовой мастики порошокъ асфальтоваго камня расплавляютъ въ котлахъ съ прибавленіемъ къ нему должнаго количества гудрона, въ зависимости отъ состава и качествъ перерабатываемаго асфальтоваго камня. Обыкновенно полагаютъ, что хорошая асфальтовая мастика должна содержать отъ 10 до 20% смолы. (Нашу Сызрано-Печерскую мастику изготовляютъ съ содержаніемъ въ ней 18,75% смолы).

Расплавленіе порошка асфальтоваго камня для полученія мастики производятъ на заводахъ въ желѣзныхъ котлахъ, нагрѣваемыхъ голымъ огнемъ и снабженныхъ мѣшалкой. Въ котелъ помѣщаютъ должное количество гудрона, и когда онъ, вслѣдствіе нагрѣванія, расплавится, приводятъ въ движеніе мѣшалку и всыпаютъ постепенно въ котелъ порошокъ асфальтоваго камня. Перемѣшиваніе, добавку порошка и нагрѣваніе продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока смѣсь не приметъ видъ густаго тѣста и не перестанетъ приставать къ лопастямъ мѣшалки. По достиженіи всею смѣсью требуемой густоты, ее выбираютъ изъ котла большими желѣзными ковшами и отливаютъ въ желѣзныя формы (посыпанныя пескомъ или порошкомъ асфальтоваго камня), гдѣ она (спустя 7—10 ч.) твердѣетъ и превращается въ плитки (вѣсомъ 25—32 кгр.), въ которыхъ и поступаетъ въ продажу.

Употребляютъ асфальтовый камень, какъ уже сказано выше, или въ видѣ порошка, или въ видѣ асфальтовой мастики.

Въ первомъ случаѣ (*прессованный, вальцованный асфальтъ*, A. comprimé) порошокъ асфальтоваго камня кладутъ на приготовленное бетонное основаніе и укатываютъ горячими катками, такъ-что частицы слипаются между собою и прилипаютъ къ бетону. На такія работы годится только самый лучшій асфальтовый камень.

Во второмъ случаѣ (*литый асфальтъ*, A. coulé) мастику расплавляютъ въ котлѣ съ примѣстю гудрона (3—4%) и песку или гравія (60 — 100% по вѣсу мастики), смѣсь тщательно перемѣшиваютъ и наносятъ при помощи деревянной скалки (стригульцемъ) на бетонное (всего лучше изъ гидравлическаго цемента) основаніе, прочное, сухое и вполнѣ ровное и гладкое и не подверженное осадкѣ. Затѣмъ поверхность асфальтоваго слоя „затираютъ пескомъ“, чтобы вдавить въ верхнюю часть настилки нужное количество песку, который, по своей тяжести, осѣдаетъ на дно во время нанесенія настилки. Послѣ затиранія оставшійся на поверхности песокъ сметаютъ щеткой.

Такъ-какъ естественный гудронъ и асфальтовый камень стоютъ довольно дорого, то было сдѣлано не мало попытокъ приготовлять такъ-называемые *искусственные асфальты*, замѣняя при приготовленіи асфальтовой мастики гудронъ растворами тринидадскаго асфальта въ тяжелыхъ нефтяныхъ маслахъ, каменноугольною смолою, древесной смолой, смолистыми продуктами, получающимися, какъ отбросъ, при очищеніи минеральныхъ маселъ сѣрной кислотой, а также приготовлять суррогаты асфальтовой мастики смѣшеніемъ измельченнаго известняка, глины и т. д. съ различными смолистыми тѣлами.

Изъ названныхъ предложеній у насъ въ Россіи практическое примѣненіе получило предложеніе употреблять для приготовленія асфаль-

товой мастики вмѣсто естественнаго гудрона смолистые продукты, получаемые какъ отбросъ при очищеніи нефтяныхъ маселъ кислотами. Продукты эти имѣютъ твердую консистенцію при обыкновенной температурѣ, черный блестящій цвѣтъ и содержатъ чистаго битума 90% и болѣе. Какъ показала практика (Товарищества Сызранскаго асфальтоваго завода) этотъ битумъ очень пригоденъ для асфальтовыхъ работъ, такъ-какъ содержитъ мало минеральныхъ примѣсей и можетъ быть всегда полученъ надлежащихъ качествъ.

Асфальтъ издавна примѣнялся въ строительномъ дѣлѣ, и капитальныя постройки Ассиріи и Египта уже складывались на цементѣ изъ асфальта. Тѣмъ не менѣе съ паденіемъ древней цивилизаціи асфальтъ, какъ строительный матеріалъ, вышелъ изъ употребленія и былъ совершенно забытъ въ теченіе столѣтій. Только въ началѣ XVIII ст. вновь вспомнили объ асфальтѣ. Въ 1712 г. греческій докторъ *Эйринисъ* (Eyriny d'Eyrinys) открылъ асфальтъ въ Швейцаріи и сталъ употреблять его для приготовленія разныхъ лекарствъ. Затѣмъ стали употреблять асфальтъ для приготовленія водонепроницаемыхъ замазокъ и мастикъ для соединенія и спаиванія камней, и только съ 1838 г., когда асфальтовый камень стали впервые примѣнять въ Парижѣ для изготовленія тротуаровъ, онъ завоевалъ себѣ то почетное мѣсто среди строительныхъ матеріаловъ, которое теперь занимаетъ.

У насъ въ Россіи основаніе асфальтовому производству было положено *Воейковымъ* въ 1873 г. около Сызрани, гдѣ оно въ настоящее время получило широкое развитіе.

ДЕРЕВО.

(Предохраненіе дерева отъ гніенія и воспламененія).

Дерево, благодаря своей крѣпости при незначительномъ удѣльномъ вѣсѣ, благодаря легкости, съ которой оно обрабатывается, и наконецъ благодаря своей дешевизнѣ во многихъ мѣстахъ, принадлежитъ къ однимъ изъ важнѣйшихъ строительныхъ матеріаловъ. Главный недостатокъ дерева, какъ строительнаго матеріала, это—легкая порча при лежаніи на открытомъ воздухѣ и его легкая воспламеняемость.

Какъ было уже сказано выше, дерево состоитъ изъ клѣтчатки съ примѣсью значительнаго числа другихъ органическихъ тѣлъ (инкрустирующія тѣла, бѣлковыя соединенія, крахмалъ, глюкозы, декстринъ, смолистыя и дубильныя тѣла и т. д.), изъ которыхъ одни (дубильныя кислоты, смолы) предохраняютъ дерево отъ гніенія, другія (крахмалъ, глюкозы, бѣлки и т. д.) содѣйствуютъ этому процессу, служа пищей для развивающихся въ деревѣ растительныхъ и животныхъ организмовъ.

Для предохраненія дерева отъ гніенія и порчи вообще уже съ древнихъ временъ были предлагаемы различные способы, важнѣйшіе изъ которыхъ состоятъ въ удаленіи воды изъ дерева, въ предохраненіи дерева отъ прикосновенія съ воздухомъ и проникапія въ него влаги, въ удаленіи изъ дерева соединеній, подверженныхъ быстрому измѣненію, въ пропитываніи дерева солями и другими соединеніями, препятствующими развитію животныхъ и растительныхъ организмовъ, наконецъ, въ такъ-назыв. вулканизаціи дерева.

1) *Удаленіе воды изъ дерева* производится высушиваніемъ его въ камерахъ, нагрѣваемыхъ искусственной теплотой. Способъ этотъ обходится дорого и приноситъ дѣйствительную пользу (въ смыслѣ предохраненія отъ гніенія) только тогда, когда дерево послѣ сушки предохранено отъ проникапія въ него вновь влаги (мебель, полы и т. д.).

2) *Предохраненіе дерева отъ прикосновенія съ воздухомъ и прониканія влаги* состоитъ въ покрытіи поверхности его металлическими листами, масляной краской, дегтемъ, а также въ обугливаніи съ поверхности. Подобная защита дерева приноситъ дѣйствительно пользу, если дерево предварительно высушено и защитный слой отъ времени до времени возобновляется.

3) *Удаленіе изъ дерева соединеній, подверженныхъ быстрому измѣненію*, производится выщелачиваніемъ водой, погружая дерево въ воду на болѣе или менѣе продолжительное время, иногда на цѣлое лѣто, вываріваніемъ дерева въ водѣ при температурѣ 60—70° или пропариваніемъ его въ закрытыхъ ящикахъ. Эти способы хлопотливы и дороги и невполнѣ достигаютъ цѣли, такъ какъ при помощи ихъ не удается удалить изъ дерева всѣхъ легко измѣняющихся соединеній. Кромѣ того пропариваніе дерева понижаетъ механическую прочность дерева и увеличиваетъ его влагоемкость (*Н. А. Филипповъ*, 1894).

4) *Пропитываніе дерева съ цѣлью воспрепятствовать развитію въ немъ животныхъ и растительныхъ организмовъ* производятъ помощью различныхъ солей и другихъ соединеній.

Всего пригоднѣе для названной цѣли тѣ соединенія, которыя, при доступной цѣнѣ:

1) обладаютъ свойствами сильныхъ антисептиковъ и способностью легко проникать въ ткани дерева;

2) не оказываютъ вреднаго вліянія на дерево;

3) образуютъ въ деревѣ соединенія, устойчивыя въ химическомъ смыслѣ, т. е. неразлагающіяся, невыщелачивающіяся и неулетучивающіяся при сохраненіи дерева;

4) безопасны для здоровья и жизни рабочихъ, занятыхъ пропитываніемъ.

Изъ огромнаго числа соединеній, предложенныхъ для пропитыванія дерева, всего болѣе удовлетворяютъ этимъ требованіямъ сулема ($HgCl_2$), мѣдный купоросъ ($CuSO_4$), хлористый цинкъ ($ZnCl_2$) и креозотное масло, получающееся при перегонкѣ древеснаго или каменноугольнаго масла, собирая часть, переходящую между 160—200°.

Сулема (Homberg, 1705; Kyan, 1832) изъ всѣхъ названныхъ соединеній, обладаетъ самыми сильными антисептическими свойствами и быстро створаживаетъ бѣлковыя соединенія, но она дорога, опасна для здоровья рабочихъ въ виду своей ядовитости и, кромѣ того, подобно другимъ металлическимъ солямъ, разлагается въ деревѣ съ образованіемъ соляной кислоты, вредно дѣйствующей на составныя части дерева. Въ виду этого, сулему рѣдко употребляютъ въ настоящее время для пропитыванія дерева.

Мѣдный купоросъ (Margay, 1837; Boucherie, 1840) обладаетъ значительно болѣе слабыми антисептическими свойствами, чѣмъ сулема, но образуетъ болѣе прочныя соединенія съ составными частями (бѣлкомъ и смолами) дерева, которыя однако постепенно разлагаются съ образованіемъ сѣрной кислоты, измѣняющей дерево.

Хлористый цинкъ (Burnett, 1838) обладаетъ малою антисептическою способностью, обладаетъ большой гигроскопичностью, легко вымывается изъ дерева и разлагается въ порахъ дерева съ образованіемъ основныхъ солей и свободной кислоты, понижающей сопротивленіе дерева къ внѣшней силѣ. Тѣмъ не менѣе, благодаря своей дешевизнѣ, хлористый цинкъ всего чаще употребляется въ настоящее время для пропитыванія желѣзнодорожныхъ шпалъ (Германія; Сѣверо-Американскіе Штаты; Россія съ 1876 г.).

Креозотное масло (Bethell, 1838[1]), получаемое отгонкой болѣе летучихъ продуктовъ изъ смолъ, образующихся при сухой перегонкѣ дерева, бурыхъ углей, смолистыхъ сланцевъ, каменнаго угля, нефти и т. д., хорошо предохраняетъ дерево отъ порчи (фенолъ и креозолы створаживаетъ бѣлки; углеводороды, пропитывая и обволакивая волокна дерева снаружи, препятствуетъ прониканію въ него воздуха и воды) и не оказываетъ разрушительнаго дѣйствія на ткани дерева, а потому должно считаться однимъ изъ лучшихъ средствъ для предохраненія дерева отъ гніенія, хотя и обходится дороже хлористаго цинка, трудно пропитываетъ дерево и дѣлаетъ его болѣе огнеопаснымъ. Его примѣняютъ для пропитыванія желѣзнодорожныхъ шпалъ въ Англіи и во Франціи.

Самое пропитываніе дерева названными составами производятъ 3-мя способами, а именно:

а) *Погруженіемъ или вымачиваніемъ* (Glauber, 1657; Kyan, 1856). При употребленіи этого способа, растворъ, служащій для пропитыванія, помѣщаютъ въ большой ящикъ изъ дуба или лиственицы и въ него погружаютъ вполнѣ готовыя и высушенныя на воздухѣ издѣлія изъ дерева. (При употребленіи мягкаго дерева на 8—10 дней, при употребленіи твердаго на 12—14 дней). Послѣ пропитыванія деревянное издѣліе высушиваютъ на воздухѣ нѣсколько мѣсяцевъ. Этотъ способъ употребляется съ выгодой для пропитыванія дерева растворомъ (0,7—1,0%) хлорной ртути (кіанизированіе); на одинъ куб. м. дерева идетъ приблизительно 1 кгр. сулемы.

[1]) Креозотное масло—названіе условное и состоитъ изъ смѣси въ различныхъ пропорціяхъ фенола, креозоловъ, нафталина, антрацена и другихъ углеродистыхъ водородовъ. Въ Бельгіи и Франціи установлено, чтобы препаратъ, называемый „креозотнымъ масломъ“ или просто „креозотомъ“, содержалъ: нафталина 15—25%, феноловъ 3—5%, антраценоваго масла 30%; въ Германіи—нафталина 8—10%, феноловъ 5—8%, и антраценоваго масла какъ можно болѣе.

b) *Способомъ Бушери* (Boucherie, 1846). Этотъ способъ состоитъ въ томъ, что растворъ, служащій для пропитыванія, вводятъ въ свѣжесрубленные и неосвобожденные отъ коры кряжи (стволы) путемъ гидростатическаго давленія со стороны торца, при чемъ растворъ при своемъ движеніи внутри кряжа вытѣсняетъ сокъ изъ противоположнаго торца. Для достиженія этой цѣли насаживаютъ на одинъ изъ торцевъ кряжа родъ металлическаго колпака, снабженнаго отверстіемъ, въ которое вставлена трубка, идущая отъ сосуда, наполненнаго пропитывающимъ растворомъ (однопроцентный растворъ сѣрномѣдной соли или хлористаго цинка) и помѣщеннаго на опредѣленной высотѣ (8—10 метр.) надъ пропитываемымъ кряжемъ. Способъ этотъ даетъ въ общемъ удовлетворительные результаты, въ особенности для мягкихъ лиственныхъ породъ, но примѣнимъ только для свѣжесрубленнаго дерева и влечетъ за собою безполезную трату реактива въ стружкахъ, получаемыхъ при переработкѣ пропитаннаго кряжа въ издѣлія. Въ виду этого, описанный способъ употребляется рѣдко, хотя въ новѣйшее время онъ вновь предложенъ (Pfister, 1890) съ тѣмъ однако видоизмѣненіемъ, что нагнетаніе раствора (хлористаго цинка, удѣльн. вѣса 1,01) производится не гидростатическимъ давленіемъ, а насосомъ, чѣмъ ускоряется работа пропитыванія, но увеличивается стоимость аппаратовъ и силы.

c) *Способомъ Бюрне* (Burnett, 1838). Пропитываніе производятъ въ желѣзныхъ цилиндрахъ (длин. 11 м., діаметръ 1,9 м.), которые имѣютъ сообщеніе съ паровымъ котломъ, съ чаномъ для раствора и съ нагнетательнымъ и воздушнымъ насосами. Дерево, заготовленное раньше (всего чаще желѣзнодорожныя шпалы числомъ 120), вводятъ на особыхъ телѣжкахъ въ цилиндръ, послѣ чего крышку цилиндра герметически закрываютъ. Самую работу пропитыванія ведутъ различно. При употребленіи для пропитыванія раствора хлористаго цинка поступаютъ обыкновенно слѣдующимъ образомъ (у насъ въ Россіи): матеріалъ, поставленный въ цилиндръ, сначала пропариваютъ 1—$1^1/_2$ ч. паромъ въ $1^1/_2$—2 атмосферы давленія; паръ вытѣсняетъ изъ дерева воздухъ и сокъ. Образующуюся въ цилиндрѣ жидкость спускаютъ въ отводный желобъ, а затѣмъ изъ цилиндра выкачиваютъ воздухъ и паръ до 55—30 мм. ртутнаго столба, что продолжается $^3/_4$—1 ч. Затѣмъ въ цинлидръ напускаютъ растворъ ($2^1/_3$—3° Б. при 15°) и подъ давленіемъ 6—8 атмосферъ его оставляютъ въ цилиндрѣ въ теченіи $^1/_2$—1 ч. Вся операція длится 3—4 ч. Этимъ путемъ дерево принимаетъ 7 кгр. и болѣе (до 41 кгр.) соли на 1 куб. м., въ зависимости отъ способа работы, а главнымъ образомъ отъ породы пропитываего дерева: сосна и букъ принимаютъ большее количество соли, чѣмъ дубъ.

Пропитываніе дерева „креозотомъ“ можетъ быть произведено такимъ-же путемъ, какъ и растворомъ хлористаго цинка. Такъ какъ, однако, пропариваніе уменьшаетъ крѣпость дерева и затрудняетъ прониканіе въ дерево креозотнаго масла, то въ настоящее время при пропитываніи дерева креозотнымъ масломъ пропариванія дерева не производятъ и предпочитаютъ вести работу слѣдующимъ образомъ: Дерево сушатъ искусственной теплотой, помѣщаютъ на телѣжкахъ въ цилиндры, выкачиваютъ воздухъ до 50—70 мм. ртут. столба, впускаютъ креозотное масло, нагрѣтое до 50—80° Ц, возвышаютъ давленіе накачиваніемъ креозота до 5—10 атмосферъ и поддерживаютъ давленіе до тѣхъ поръ, пока дерево не будетъ болѣе впитывать креозота; затѣмъ производятъ опораживаніе. Вся работа пропитыванія, начиная отъ выхода дерева изъ сушильни до выхода изъ цилиндровъ, продолжается 3—5 часовъ, при чемъ 1 куб. метръ дуба поглощаетъ 40—108 кгр., а 1 куб. м. сосны 140—216 кгр. креозотнаго масла.

Вліяніе пропитыванія на продолжительность службы желѣзнодорожныхъ шпалъ было предметомъ многосторонняго изученія, показавшаго, что во всѣхъ случаяхъ пропитываніе шпалъ увеличиваетъ продолжительность ихъ службы, что пропитываніе для мягкихъ породъ дерева имѣетъ большее значеніе, чѣмъ для твердыхъ, и что, наконецъ, пропитываніе креозотнымъ масломъ даетъ во всѣхъ случаяхъ лучшій результатъ, чѣмъ пропитываніе хлористымъ цинкомъ. Въ Германіи средняя продолжительность службы шпалъ, пропитанныхъ хлористымъ цинкомъ, сравнительно съ непропитанными, такова:

Для сосновыхъ непропитанныхъ 11 лѣтъ „ „ „ пропитанныхъ 19 „	1 : 1,73.
„ дубовыхъ непропитанныхъ 18 „ „ „ „ пропитанныхъ 24 „	1 : 1,33.

Во Франціи, на дорогѣ Chemin de fer de l'Est отношеніе службы шпалъ непропитанныхъ къ пропитаннымъ креозотомъ равняется: для дуба—1:1,5 для сосны—1:1,55 для ели—1:1,25.

Въ Россіи срокъ службы шпалъ непропитанныхъ: для сѣверозападныхъ дорогъ—5 лѣтъ, для южныхъ—3,5 года, а пропитанныхъ хлористымъ цинкомъ—сосновыхъ для юга—7,8 лѣтъ, для средней Россіи—12 лѣтъ (*Стецевичъ*, 1894).

5) *Вулканизація дерева* (Robbins, 1880; Haskin, 1891, 1892), состоитъ въ нагрѣваніи дерева въ стальныхъ цилиндрахъ (длин. 32 м., діаметръ 1,98 м.) перегрѣтымъ паромъ въ атмосферѣ сжатаго воздуха при температурѣ 150—200° и подъ давленіемъ 150—200 фунтовъ на кв. дюймъ. При этихъ условіяхъ дерево подвергается какъ-бы сухой перегонкѣ, и смолистые продукты, при этомъ образующіеся, пропи-

тываютъ дерево, предохраняя его отъ порчи. Прочность дерева (механическая) при этомъ не уменьшается, а напротивъ увеличивается (на 11—40%), дерево не трескается, дѣлается тверже, но менѣе гибкимъ; оно отлично держитъ желѣзные костыли. На сколько вулканизація дерева окажется пригодной для практическихъ цѣлей, покажетъ время. Принимая однако во вниманіе прочность и неизмѣняемость такъ-наз. лигнита (стр. 78), указанному способу быть можетъ предстоитъ будущность.

Для уменьшенія **легкой воспламеняемости дерева** предложено покрывать дерево огнеупорнымъ слоемъ, а также пропитывать дерево минеральными солями, препятствующими дереву горѣть пламенемъ.

Къ предложеніямъ перваго рода относится покрытіе дерева слоемъ глины, а также воднымъ растворомъ растворимаго (фуксоваго) стекла въ смѣси съ индифферентными минеральными тѣлами. Такъ, для предохраненія дерева отъ легкаго воспламененія предложено покрывать его слоемъ (въ $^1/_2$—$1^1/_2$ мм. толщины) тѣстообразной смѣси, приготовленной изъ 29—34% раствора натріеваго растворимаго стекла и порошка, состоящаго изъ тяжелаго шпата (81—$82^1/_2$) и азбеста (6—16%) съ незначительною примѣсью гипса, окиси желѣза, окиси алюминія и песку (Dorn) или также тѣстообразной смѣсью, приготовленной изъ густаго раствора растворимаго стекла, полученнаго сплавленіемъ известняка (6 ч.), огнеупорной глины (4 ч.), песку (15 ч.), глауберовой соли (7 ч.) и поташа (8 ч.), и мелкаго порошка желѣзной руды, глины и т. д., а также краски (*Бабаевъ*, 1884).

Покрытіе дерева названными составами безспорно предохраняетъ дерево отъ быстраго воспламененія въ случаѣ непродолжительнаго прикосновенія къ нему пламени, но не можетъ предохранить его отъ сгоранія въ случаѣ сильнаго огня, въ особенности, если объемъ горючаго матеріала великъ сравнительно съ огнеупорнымъ слоемъ. При покрываніи дерева предохранительными составами на растворимомъ стеклѣ слѣдуетъ заботиться, чтобы стекло не содержало свободныхъ щелочей, такъ какъ онѣ вредно дѣйствуютъ на прочность дерева, а также чтобы дерево, покрываемое составомъ, было по возможности сухое, такъ-какъ нанесеніе непроницаемаго для воды слоя на сырое дерево влечетъ за собою быстрое трухленіе послѣдняго.

Для пропитыванія дерева, съ цѣлью воспрепятствовать его легкому воспламененію и быстрому горѣнію, были предложены всевозможныя минеральныя соли, между которыми всего болѣе пригодны тѣ, которыя легко плавятся и при нагрѣваніи разлагаются съ образованіемъ газовъ, препятствующихъ горѣнію. Къ такимъ соединеніямъ

относятся сѣрноаммоніевая соль, а также значительно болѣе дорогая и необразующая газовъ, но легко плавящаяся, вольфрамонатріевая соль (WNa_2O_4). Понятно, что употребленіе этихъ солей, равно какъ и другихъ, для пропитыванія дерева полезно только въ томъ случаѣ, если дерево послѣ пропитыванія будетъ находиться въ крытомъ помѣщеніи и не подвергаться дѣйствію дождя, который легко можетъ выщелочить соли, которыми пропитано дерево. Слѣдуетъ замѣтить, что пропитываніе минеральными солями, получившее примѣненіе для предохраненія отъ легкаго воспламененія и горѣнія пламенемъ тканей (театральныхъ занавѣсей, легкихъ матерій для одежды актрисъ) не получило пока примѣненія для уменьшенія воспламеняемости дерева, какъ строительнаго матеріала.

Кромѣ опечатокъ, указанныхъ въ выпускѣ II, замѣчены еще слѣдующія опечатки въ выпускахъ I, II и III:

Стр.	Строка.	*Напечатано:*	*Должно быть:*
159	2 сн.	пара	газа
314	16 сн.	сѣроводородъ	угольный ангидридъ
424	17 св.	калькотаръ	крокусъ (мумія)
429	13 сн.	MSO_3	$MHSO_3$
463	9 сн.	*Джанса*	*Джонса*
478	2 сн.	фиг. 187, 188 и 189	фиг. 187a, 188a, 189a
480	4 сн.	фиг. 190	фиг. 187
595	13 сн.	(Carius, 1888)	(Carius, 1855)
597	21 сн.	$(NH_4)_2H_3(CO_3)_3+H_2O$	$(NH_4)_4H_2(CO_3)_3+H_2O$
792	7 и 9 сн.	M. Ekelberg	M. Ekenberg
798	9 сн.	орудій	оружій
799	7 св.	$C_6H_4N_2NHO_3$	$C_6H_5N_2NO_3$
800	10 св.	орудія	оружія
839	6 св.	вторично центрофугированію	центрофугированію
840	3 св.	(діаметръ 0,850)	(діаметръ 0,850 м.)
841	6 св.	часовъ 12	часовъ отъ 5 до 12
848	10 и 13 сн.	плотности заряда	плотности заряженія
877	22 св.	(E. Schultze)	(E. Schultze, 1868)
889	4 сн.	изъ орудій	изъ оружій.

Run

12.

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.